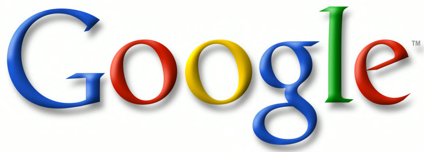





600044647V


G.10. D. 8.

Physikalisches Wörterbuch

IX. Band.

Dritte Abtheilung.

V.

Johann Samuel Traugott Gehler's

Physikalisches

Wörterbuch

neu bearbeitet

von

Gmelin. Littrow. Muncke. Pfaff.

Neunter Band.

Dritte Abtheilung.

V.

Mit Kupfertafeln XXXV bis XLII.

Leipzig,
bei E. B. Schwickert.
1840.

V.

Vanad.

Vanadium; Vanadium; *Vanadium*; früher von n. Rio entdeckt, dann durch Sefström, der erst seine Eigenthümlichkeit bestimmt erwies; findet sich im vanadsauren Bleioxyd, einem dem chromsauren Bleioxyd höchst ähnlichen Mineral, und in kleiner Menge in gewissen schwedischen Eisenerzen; ist dem Molybdän und Chrom sehr nahe verwandt, ein fast silberweiſses, sprödes, sehr strengflüssiges Metall.

Das *Vanadsuboxyd* (68,5 Vanad auf 8 Sauerstoff) ist dunkelgrau, im Essenfeuer nicht schmelzbar, guter Leiter der Elektricität und noch elektronegativer als Platin. Das *Vanadoxyd* (68,5 Vanad auf 16 Sauerstoff) stellt ein schwarzes Pulver dar; bildet ein grauweiſses Hydrat; löst sich mit blauer Farbe in Säuren, daraus durch Ammoniak mit brauner, durch fixe Alkalien mit grauweiſser, durch hydrothionsaure Alkalien mit braunschwarzer, durch blausaures Eisenoxydulkali mit gelber und durch Galläpfeltinctur mit schwarzblauer Farbe fällbar; vereinigt sich mit Salzbasen zu dunkelbraunen Verbindungen, von denen sich bloſs die mit den löslichern Alkalien im Wasser lösen, und zwar mit brauner Farbe. — Die *Vanadsäure* (68,5 Vanad auf 24 Sauerstoff) ist ein gelbrothes, lackmusröthendes, geschmackloses Pulver, bei anfangendem Glühen schmelzend und dann beim Erkalten unter Feuerentwicklung zu einer gelbrothen, durchscheinenden, krystallinischen Masse erstarrend. Sie löst sich in 1000 kaltem Wasser mit gelber, viel leichter aber mit theils gelber, theils rother Farbe in stärkeren Säuren. Ihre Verbindungen mit Salzbasen sind im neutralen Zustande gelb oder weiſs, im sauren theils gelb, theils morgenroth. Die meisten vanadsauren Salze lösen sich in Wasser, nur wenige in Weingeist.

Das *Dreifach-Chlor-Vanad* ist eine hellgelbe, erst über 100° siedende Flüssigkeit; das *Doppelt-Schwefel-Vanad* ist eine schwarze, das *Dreifach-Schwefel-Vanad* eine braune zerreibliche Masse.

G.

Variation des Mondes.

So wird eine der grofsen Ungleichheiten der Bewegung des Mondes genannt, die schon oben[1] im Allgemeinen besprochen worden ist. Man schreibt ihre Entdeckung, so wie auch die der *jährlichen Gleichung des Mondes* dem TYCHO BRAHE zu, während die viel gröfsere *Evection* von PTOLEMÄUS entdeckt und die gröfste unter allen diesen Störungsgleichungen des Mondes, die sogenannte *Gleichung des Mittelpuncts*, schon dem HIPPARCH, der 270 Jahre vor Ptolemäus, im 140sten Jahre vor Chr. G. lebte, bekannt gewesen seyn mufs.

Zur bequemeren Uebersicht dieser vier gröfsten Perturbationen des Mondes wollen wir sie vorerst nach ihren bei den Astronomen gewöhnlichen Ausdrücken zusammenstellen. Bezeichnet man durch m die mittlere Anomalie des Mondes und durch M die der Sonne, so wie durch a die mittlere Länge des Mondes weniger der mittlern Länge der Sonne, so ist die Gleichung des Mittelpuncts des Mondes

$$(6^\circ\,16')\,\mathrm{Sin.}\,m + (0^\circ\,12'\,50'')\,\mathrm{Sin.}\,2m,$$

die Evection

$$(1^\circ\,16')\,\mathrm{Sin.}\,(2a - m),$$

die Variation

$$(0^\circ\,39')\,\mathrm{Sin.}\,2a,$$

endlich die jährliche Gleichung

$$-(0^\circ\,11')\,\mathrm{Sin.}\,M,$$

und diese Glieder müssen, mit Rücksicht auf ihre Zeichen, zu der mittleren Länge des Mondes addirt werden, um die *wahre Länge* desselben für jede gegebene Zeit zu finden.

Was nun zunächst die hier in Rede stehende *Variation* betrifft, so weifs man erst seit wenigen Jahren, dafs der erste Entdecker derselben nicht, wie man bisher allgemein geglaubt

1 S. Art. *Mond*. Bd. VI. S. 2362.

Tycho Brahe (der im J. 1601 starb) gewesen ist, son-dals diese Ungleichheit schon volle sechs Jahrhunderte r von dem arabischen Astronomen Abul Wefa aus sei-eigenen Beobachtungen des Monds erkannt worden ist. er Astronom hatte um die Jahre 970 bis 980 in Bagdad achtet. Von seinem Werke, das er, wie Ptolemäus das e, Almagest betitelt hatte, wird noch ein grofser Theil Manuscripts in der k. Bibliothek zu Paris aufbewahrt, darin sagt er in der Sect. IX, nachdem er die zwei an-Ungleichheiten, die Mittelpunctsgleichung und die tion, beschrieben hat: „Betrachtet man diejenigen Fälle, der Mond in seiner Erdnähe oder Erdferne ist, wo dem-die Wirkung jener zwei ersten Ungleichheiten verschwin-, so findet man aus den Beobachtungen des Monds, dafs desmal, wo er im Gedrittschein oder im Gesechstschein der Sonne steht, um $1\frac{1}{4}$ Grade von seinem berechneten e absteht. Ich folgere daraus, dafs diese Ungleichheit ganz abhängig von jenen beiden andern ist, und das kann nur chehen, wenn der Diameter des Epicykels in Beziehung den Mittelpunct des Thierkreises verschieden ist.“ Unter telpunct des Zodiacus wird hier der Mittelpunct des Pla-tensystems, d. h. nach ihm, der Mittelpunct der Erde ver-nden. Diese Erklärung der neuen Ungleichheit, die Abul Wefa gefunden hat, zeigt deutlich, dafs damit diejenige ge-meint sey, die später Tycho Brahe, ohne Zweifel ebenfalls s seinen eigenen Beobachtungen und ohne von der Entdek-ung des arabischen Astronomen etwas gehört zu haben, ge-nden und durch die Benennung der *Variation* bezeichnet hat[1].

Betrachtet man die Werthe dieser Gleichung

$$x = (39') \,\text{Sin.}\, 2a$$

und ihres Differentials

$$\partial x = (78') \,\text{Cos.}\, 2a$$

für die acht Hauptpuncte der Peripherie der Mondbahn, so erhält man folgende kleine Tafel:

---

1 Man s. hierüber Sedillot's Nouvelles recherches sur l'hist. de l'astron. chez les Arabes, in dem Nouveau Journal Asiatique 1836.

a	x	∂x	Mondphasen
0°	0′	+78′	Neumond
45	+39′	0	I. Octant
90	0	— 78	Erst. Viertel
135	— 39	0	III. Octant
180	0	+ 78	Vollmond
225	+ 39	0	V. Octant
270	0	— 78	Letzt. Viert.
315	— 39	0	VII. Octant
360	0	+ 78	Neumond

Da nun x die Correction der mittleren Länge ausdrü kann das Differential ∂x dieser Gröfse die Correction schwindigkeit bezeichnen. Man sieht daher aus diese dafs die Variation x des Monds im I. und V. Octant gröfsten positiven, im III. und VII. den gröfsten ven Werth hat und im Neumond, Vollmond und den und letzten Viertel gänzlich verschwindet. Die Gesch keit des Monds aber hat im Neu- und Vollmond den ten positiven, im ersten und letzten Viertel den gröfs gativen Werth, ihren mittleren Werth endlich in dem I., III., V. und VII. Octanten. Der Mond sich demnach, in Beziehung auf die Variation, am ges desten im Neu- und Vollmond, und am langsamsten ersten und letzten Viertel, daher ist auch der Mond seinem mittleren Orte zurück vom ersten Viertel bis zun mond, und vor ihm voraus vom Vollmond bis zum Viertel [1].

Bemerken wir noch, dafs diese Entdeckung des Wefa wohl die einzige wahrhaft wissenschaftliche Be rung der Astronomie ist, die wir den Arabern verdanke dafs selbst diese noch Manches zu wünschen übrig läfst. Wefa hatte wohl die Existenz einer solchen Unglei aber weder ihre Gröfse, noch auch ihr Gesetz gefunden.

---

1 Eine nähere Erklärung der Variation und der übrigen Störungen des Mondes findet man in Littrow's popul. Astron. S. 264. und in desselben: Elemente der phys. Astron. Wie S. 340.

die Aufmerksamkeit seiner Zeitgenossen nicht erregt , da kein anderer Schriftsteller dieselbe erwähnt volle sechs Jahrhunderte einer gänzlichen Verges- rgeben wurde. Die Araber waren die Träger und r Wissenschaften im Mittelalter, aber nicht die Be- d Erweiterer derselben. Sie begnügten sich, die und Commentatoren der Griechen zu seyn, über ebenso wenig, als die ihnen folgenden scholasti- sophen, heraus gewagt haben.

L.

ariation der Parameter.

ehre von der Variation der Parameter (d. h. von erungen, welche die sogenannten constanten Gröfsen hung unter gegebenen Verhältnissen annehmen kön- sehr eine der wichtigsten Anwendungen der hö- lysis auf die Astronomie und auf die Physik im All- als dafs sie hier nicht wenigstens kurz angezeigt llte. Wir haben bereits oben [1] mehrere sehr merk- hierher gehörende Fälle betrachtet, und wir wer- weiter unten [2] dieselbe Methode auf die Bewegung n unter der Voraussetzung anwenden, dafs sie sich widerstehenden Mittel bewegen.

nimmt gewöhnlich an, dafs diese Methode zuerst worden sey, um die sogenannten *Säcular-Störun-* laneten zu bestimmen [3]. In der That bestehen diese in den Aenderungen, welche (nicht der Planet in hn, sondern) diese Planetenbahn selbst durch die g äufserer Kräfte erfährt. Durch diese letzteren wer- ch nicht nur die Planeten in ihrer Bahn verrückt kanntlich die periodischen Störungen bestehen), son- die Elemente dieser Bahnen (die Excentricität, Knotenlinie u. s. w.), die man gewöhnlich als con- ht, werden dadurch allmälig verändert, und es ist lar, dafs die Kenntnifs dieser Aenderungen für die

---

rt. *Umhüllung.*
rt. *Widerstand.* Letztes Cap.
rt. *Perturbationen.* Bd. VII. S. 440.

Astronomie vom gröfsten Interesse seyn mufs. Der Erste, der di
Variationen dieser Elemente der Rechnung zu unterwerfen suchte
war der grofse Leonhard Euler, der diesen Gegenstand in ei-
nem Mémoire von d. J. 1749 und später 1756 wiederholt seh
umständlich untersuchte. Zehn Jahre später hat Lagrange di
Methode der Variation der *Parameter* (wie man diese sons
als constant betrachteten Gröfsen zu nennen pflegt) auf be-
stimmte Vorschriften zurückgeführt, die dann von Laplac
im J. 1773 weiter ausgebildet worden sind[1]. Allein die erst
Idee, die auf dieses Verfahren führte, hat einen viel frühere
Ursprung, indem schon Leibnitz[2] sich desselben zur Auflö-
sung eines Problems bediente, das späterhin für die Integral-
rechnung sehr wichtig geworden ist und Gelegenheit zu de
Kenntnifs der sogenannten *solutions particulières* der Differen-
tialgleichungen gegeben hat. Leibnitz suchte nämlich di
Curve, deren Normalen sich wie die Quadratwurzeln aus de
Summe der Abscisse und der Subnormale verhalten. Um dies
Curve zu finden, betrachtet er sie als entstanden durch di
auf einander folgenden Durchschnitte von Kreisen, deren Mittel
puncte alle auf der geradlinigen Axe der x liegen. Die Halb
messer dieser Kreise sind dann die Normalen der gesuchte
Curve, und die Summe der Abscisse und Subnormale wir
gleich der Abscisse des Mittelpuncts seyn. Heifst also α di
Abscisse des Mittelpuncts und r der Halbmesser des Kreise
so ist die Gleichung desselben

$$y^2 + (x - \alpha)^2 = r^2,$$

und da nach der Bedingung der Aufgabe

$$r^2 = b . \alpha$$

ist, wo b eine constante Gröfse bezeichnet, so hat man fü
die Gleichung dieses veränderlichen Kreises

$$y^2 + (x - \alpha)^2 = b . \alpha .$$

In dieser Gleichung läfst Leibnitz blofs die constante Gröfs
α variiren, wodurch er erhält

$$\alpha = x + \tfrac{1}{2} b,$$

und indem er diesen Werth von α in der vorhergehende
Gleichung substituirt, findet er

$$y^2 = bx + \tfrac{1}{4} b^2,$$

1 S. Laplace Mécanique céleste. Liv. XV. p. 305. 310.
2 Acta Eruditorum. Lips. 1694.

nd dieses ist die bekannte Gleichung der Apollonischen Parabel. In der That giebt die letzte Gleichung für die Normale, wenn $\partial s^2 = \partial x^2 + \partial y^2$ ist,

$$\frac{y\partial s}{\partial x} = \sqrt{b}.\sqrt{\tfrac{1}{4}b+x}$$

und für die Subnormale

$$\frac{y\partial y}{\partial x} = \tfrac{1}{2}b,$$

so dafs also die Summe von $\frac{1}{4}b$ und x dem Quadrate der Normale proportional ist, wie dieses die Aufgabe fordert.

Allein dieser sinnreiche und für seine Zeit kühne Versuch des Leibnitz führte ihn eigentlich auf einen Abweg und er hätte nicht die Parabel, sondern eigentlich den Kreis finden sollen, da der letztere die allgemeine Auflösung seines Problems, die erstere aber nur eine specielle Auflösung desselben enthält. Dieses Problem wird nämlich durch die Differentialgleichung ausgedrückt

$$\frac{y\partial s}{\partial x} = \sqrt{b.\left(x + \frac{y\partial y}{\partial x}\right)},$$

die man auch so darstellen kann

$$\frac{b - \dfrac{2y\partial y}{\partial x}}{2\sqrt{bx - y^2 + \frac{1}{4}b^2}} + 1 = 0,$$

und von diesem Ausdrucke ist das vollständige Integral

$$C - x = \sqrt{bx - y^2 + \tfrac{1}{4}b^2} \quad . \; . \; . \quad (I)$$

wo C die Constante der Integration bezeichnet. Diese Gleichung (I) gehört aber für einen Kreis, dessen Halbmesser

$$\sqrt{b(\tfrac{1}{4}b + C)}$$

und dessen Coordinaten des Mittelpuncts

$$X = \tfrac{1}{2}b + C \text{ und } Y = 0,$$

sind. Setzt man aber $C = \alpha - \frac{1}{2}b$, wo α eine andere Constante bezeichnet, so geht die Gleichung (I) in folgende über

$$y^2 + (x - \alpha)^2 = b.\alpha,$$

die Gleichung des Kreises, dessen Halbmesser gleich $\sqrt{b.\alpha}$ und dessen Abscisse des Mittelpuncts gleich α ist. Dieser Kreis also ist es, der die Aufgabe des Leibnitz in ihrer ganzen Allgemeinheit auflöst, während die von ihm und auch von Joh. Bernoulli gefundene Parabel nur einen besondern

Fall dieser Auflösung giebt, aber dafür, wie gesagt, den wichtigen Vortheil für sich anspricht, dafs sie auf die Methode der Variation der Parameter geführt hat.

Durch diese Methode lassen sich viele Probleme, die sonst für verwickelt gehalten wurden, auf eine sehr einfache Weise auflösen. Wir wollen dieses hier nur an einigen leichteren Beispielen zeigen.

I. Eine gerade Linie bewege sich so, dafs ihr senkrechter Abstand von dem Anfangspuncte der Coordinaten immer gleich einer constanten Gröfse R ist. Man suche die Curve, welche von den auf einander folgenden Durchschnittspuncten dieser beweglichen Geraden mit sich selbst entsteht, oder, was dasselbe ist, man suche diejenige Curve, zu welcher jene Gerade in allen ihren Lagen immer eine Tangente ist.

Bezeichnet man durch α den Winkel der Geraden mit der Axe der x, so hat man für die Gleichung der Geraden in irgend einer ihrer Lagen,

$$x \,\mathrm{Sin.}\, \alpha + y \,\mathrm{Cos.}\, \alpha = R.$$

Das Differential dieses Ausdrucks in Beziehung auf α giebt

$$\mathrm{Tang.}\, \alpha = \frac{x}{y},$$

und wenn man diesen Werth von α in der vorhergehenden Gleichung substituirt, so erhält man

$$x^2 + y^2 = R^2$$

für die Gleichung der gesuchten Curve, die also ein Kreis ist wie sich dieses leicht voraussehen liefs.

II. Eine Gerade bewege sich so, dafs die Summe ihrer Entfernungen vom Anfangspuncte der Coordinaten, in der Axe der x und der y gezählt, immer gleich einer Constante c sind. Um die Curve zu finden, welche von jener beweglichen Geraden in allen ihren Puncten berührt wird, hat man, wenn a die Entfernung der Geraden vom Anfangspuncte in der Richtung der Axe der x, und b in der Richtung der y ist, für die Gleichung der beweglichen Geraden

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 1,$$

und da, nach der Bedingung der Aufgabe, $a + b = c$ ist, so ist auch die Gleichung dieser Geraden

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{c-a} = 1 \quad \ldots . \quad \text{(II)}$$

Das Differential dieses Ausdrucks in Beziehung auf a aber giebt

$$a = \frac{1}{2}(c + x - y),$$

und wenn man diesen Werth von a in der Gleichung (II) substituirt, so erhält man

$$(y - x)^2 - 2c(x + y) + c^2 = 0$$

für die Gleichung der gesuchten Curve, die demnach eine Parabel ist.

III. Bewegt sich endlich die gerade Linie, deren Gleichung

$$y = ax + b$$

ist, so, dafs dabei immer $b = c.a^n$ ist, wo c und n constante Gröfsen bezeichnen, so findet man durch dasselbe Verfahren für die Curve, die in allen ihren Puncten von jener beweglichen Geraden berührt wird, die Gleichung

$$y = x.\left(\frac{x}{cn}\right)^{\frac{1}{n-1}} + c.\left(-\frac{x}{cn}\right)^{\frac{n}{n-1}} \;\ldots\ldots \quad \text{(III)}$$

Für den besondern Fall $n = 2$ geht die Gleichung (III) über in

$$y = -\frac{x^2}{4c}$$

und für den Fall $n = -1$ erhält man $y^2 = 4cx$, so dafs also in beiden Fällen die Curve eine Parabel ist. Für $n = -2$ erhält man

$$y^3 = \frac{27}{4}cx^2,$$

also die Neil'sche Parabel, und für $n = \frac{1}{2}$ endlich

$$4xy + c^2 = 0,$$

also die Hyperbel u. s. w. Weitere Ausführungen dieses interessanten Gegenstandes müssen einem anderen Orte vorbehalten bleiben.

L.

Variationsrechnung.

Die Variationsrechnung wird gewöhnlich als der höc
und schwierigste Theil der mathematischen Analysis angesel
Eine vollständige Darstellung derselben liegt nicht in
Grenzen unseres Werkes und man wird sie in den u
angezeigten Schriften finden. Eine allgemeine Kenntnifs il
vorzüglichsten Theiles aber ist dem Physiker in unseren
gen unentbehrlich, daher dieselbe hier in möglichster Ki
und Deutlichkeit mitgetheilt werden soll.

In der Differentialrechnung wird bekanntlich voraus
setzt, dafs die Abhängigkeit der Differentiale ∂x, ∂y, ∂
der veränderlichen Gröfsen x, y, z.. während des gar
Verlaufes der Rechnung stets dieselbe bleibe. Die Gleich
des Kreises z. B. vom Halbmesser r ist

$$x^2 + y^2 = r^2.$$

Von dieser Gleichung ist das Differential

$$\frac{\partial y}{\partial x} = -\frac{x}{y},$$

und so lange die Rechnung bei dieser krummen Linie ste
bleibt, wird immer vorausgesetzt, dafs das Verhältnifs
beiden Differentiale ∂y und ∂x gleich sey der Gröfse $\frac{x}{y}$,
eben durch diese Voraussetzung der Kreis ganz ebenso
rakteristisch bezeichnet wird, wie durch seine endliche G
chung $x^2 + y^2 = r^2$ selbst. Allein es giebt auch andere
tersuchungen, in welchen sich diese Abhängigkeit, dieses
hältnifs der Differentiale, der Natur der Aufgabe gen
ändert, oder in welchen dieses Verhältnifs erst gesucht v
den soll. Wenn man z. B. unter allen geschlossenen kr
men Linien, die eine gegebene constante Fläche einschliel
die kürzeste oder diejenige sucht, deren Peripherie die kl
ste ist, so ist hier, wo die krumme Linie, welche diese
genschaft hat, noch gesucht wird, das Verhältnifs $\frac{\partial y}{\partial x}$ zwis
den Differentialen ihrer Coordinaten selbst noch unbek
Da nun das Differential des Bogens jeder Curve d
$\sqrt{\partial x^2 + \partial y^2}$ ausgedrückt wird, so reducirt sich hier

Problem eigentlich auf die Bestimmung des Falls, in welchem das Integral

$$\int \sqrt{\partial x^2 + \partial y^2} \text{ oder } \int \partial x . \sqrt{1 + \frac{\partial y^2}{\partial x^2}}$$

ein Kleinstes ist. Wollte man ebenso unter allen Curven von gegebener Länge diejenige finden, welche den gröfsten Raum einschliefst, so würde man, da $y\partial x$ das bekannte Differential der Fläche ist, diejenige Curve zu suchen haben, für welche das Integral

$$\int y \partial x$$

ein Gröfstes ist, und so fort in allen anderen Fällen. Man sieht daraus, dafs sich diese Probleme, zu deren Auflösung man die Variationsrechnung eigentlich erfunden hat, auf die folgende allgemeine Aufgabe bringen kann.

I. Sey U irgend eine Function von x, y und z und von den Differentialen dieser Gröfsen, wo, wie bei den Curven von doppelter Krümmung, die Gröfsen y und z als Functionen von x angenommen werden. Man suche dasjenige Verhältnifs oder diejenige Gleichung zwischen x, y und z auf, für welche das Integral

$$\int U \partial x$$

ein Maximum oder ein Minimum wird.

Man setze der Kürze wegen

$$\begin{array}{lll} \partial y = p\partial x & \text{und ebenso} & \partial z = p'\partial x \\ \partial p = q\partial x & - \quad - & \partial p' = q'\partial x \\ \partial q = r\partial x \text{ u. s. w.} & - \quad - & \partial q' = r'\partial x \text{ u. s. w.} \end{array}$$

Da nun, nach der Voraussetzung, U eine Function von $y, z, p, p', q, q' \ldots$ ist, so kann man für ∂U den Ausdruck annehmen

$$\begin{aligned} \partial U = N\partial y + P\partial p + Q\partial q + R\partial r \\ + N'\partial z + P'\partial p' + Q'\partial q' + R'\partial r' + \ldots \quad \text{(I)} \end{aligned}$$

wo demnach ∂U das gewöhnliche *Differential* der Gröfse U bezeichnet, wie es in der Differentialrechnung gebraucht zu werden pflegt.

II. Sehen wir nun zu, wie man die *Variation* dieser Gröfse, unserer neuen Rechnung gemäfs, ausdrücken soll.

Zu diesem Zwecke drücke MM′ diejenige Curve aus, für welche das Integral $\int U \partial x$ ein Gröfstes oder ein Kleinstes seyn Fig. 240.

soll. Um dieser Bedingung zu genügen, mufs vor allem untersucht werden, welchen Einflufs eine Aenderung in dem Verhältnifs zwischen x und y, d. h. in der Natur der Curve, auf das Integral $\int U \partial x$ hat. Bei dieser Untersuchung wird man aber offenbar die Gröfse y, unabhängig von x, sich ändern lassen müssen, da, wenn man zwei Curven betrachtet, zu derselben Abscisse $AP = x$ zwei Ordinaten PM und Pm gehören. Die Differenz Mm dieser zwei Ordinaten mufs aber von den Differenzen RM′ und rm′ wohl unterschieden werden, da diese letzteren zwischen zwei nächstfolgenden Ordinaten derselben Curve statt haben (und daher zur gewöhnlichen Differentialrechnung gehören), während die erste Differenz Mm zu dem Uebergange von einer Curve zur andern (d. h. zur Variationsrechnung) gehört. Wir wollen daher diese beiden Gattungen von Differenzen, die wir übrigens beide unendlich klein annehmen, durch besondere Zeichen unterscheiden.

Man ziehe also mr mit MR und ebenso ms mit MM′ parallel, wo MM′ und mm′ die geradlinigen Sehnen der Bogen dieser beiden Curven bezeichnen. Ist nun, wie in der Differentialrechnung, $M'R = sr = \partial y$ das *Differential* der Ordinate $PM = y$ in derselben Curve MM′, so soll $Mm = \delta y$ die *Variation* von derselben Ordinate $PM = y$ für den Fall seyn, dafs man von der einen Curve MM′ zu der ihr nächstfolgenden mm′ übergeht.

Dieses vorausgesetzt hat man

$$P'M' = y + \partial y \text{ und } Pm = y + \delta y.$$

Geht man dann von dem Puncte M in der ersten Curve zu dem Puncte m′ der zweiten Curve über, so erhält man

$$\begin{aligned} P'm' &= Pm + rs + sm' \\ &= y + \delta y + \partial y + \delta \partial y \\ &= y + \partial y + \delta . (y + \partial y). \end{aligned}$$

Da aber, wie man vorausgesetzt hat, der Punct m′ der dem m nächstfolgende in der Curve mm′ ist, so hat man ebenso

$$\begin{aligned} P'm' &= y + \delta y + \partial y + \partial \delta y \\ &= y + \delta y + \partial . (y + \delta y). \end{aligned}$$

Vergleicht man diese beiden Ausdrücke von P′m′, so erhält man

$$\delta \partial y = \partial \delta y$$

und in diesem einfachen Ausdrucke ist der Hauptgrundsatz der

Variationsrechnung enthalten, der sich auf folgende Weise mit Worten ausdrücken läſst: *die Variation des Differentials ist gleich dem Differential der Variation, oder die beiden Zeichen* ∂ *und* δ *lassen sich willkürlich versetzen.* Daraus folgt sofort, daſs man auch hat

$$\delta\partial^2 y = \partial\delta\partial y = \partial^2\delta y,$$

so wie

$$\delta\partial U = \partial\delta U \text{ u. s. w.}$$

Dieselbe analoge Versetzung der Zeichen hat auch für die Integralausdrücke statt, denn ist $\int U\partial x = V$, so ist auch $\partial V = U\partial x$ und $\delta.\partial V = \delta.U\partial x$. Wenn man aber in $\delta\partial V$ nach dem Vorhergehenden die Zeichen δ und ∂ versetzt, so ist auch

$$\partial\delta V = \delta.U\delta x$$

oder, wenn man integrirt,

$$\delta V = \int\delta.U\partial x.$$

Stellt man aber in dem letzten Ausdrucke den Werth von $V = \int U\partial x$ wieder her, so erhält man

$$\delta.\int U\partial x = \int\delta.U\partial x,$$

so daſs sich also auch die Zeichen δ und $\int$ ganz ebenso, wie zuvor die Zeichen δ und ∂, unter einander versetzen lassen.

III. Gehen wir nun nach dieser kleinen Digression wieder zu der letzten Gleichung in (I) zurück, so hat man, wenn man die Variationen von y und z durch δy und δz bezeichnet,

$$\delta.\int U\partial x = \int\delta.U\partial x.$$

Da aber, wie man aus den oben gegebenen ersten Begriffen einer Variation sieht, für dieselben ganz die nämlichen Vorschriften, wie für die Differentialrechnung gelten, so ist

$$\delta.U\partial x = U.\delta\partial x + \partial x\delta U,$$

und da überdieſs

$$\int U.\delta\partial x = U\delta x - \int\delta x.\partial U,$$

so hat man auch

$$\delta.\int U\partial x = U\delta x - \int\delta x.\partial U + \int\partial x\delta U.$$

Betrachtet man aber anfangs, der Kürze wegen, die Gröſse U bloſs als eine Function von x und y und von ihren Differentialen, so ist $z = p' = q' \ldots = 0$, und wenn man den oben gegebenen Werth von $\partial U = N\partial y + P\partial p + \ldots$, so wie den Werth von $\delta U = N\delta y + P\delta p + \ldots$ in der letzten Gleichung substituirt, so erhält man

$$\delta.\int U\partial x = U\delta x + \int N\partial x(\delta y - p\delta x)$$
$$+ \int P\partial.(\delta y - p\delta x)$$
$$+ \int Q\partial.(\delta p - q\delta x) + \ldots$$

Um diesen Ausdruck abzukürzen, sey $\omega = \delta y - p\delta x$, so i

$$\delta p - q\delta x = \frac{\partial\omega}{\partial x},$$

$$\delta q - r\delta x = \frac{1}{\partial x}.\partial\frac{\partial\omega}{\partial x} \text{ u. s. w.}$$

also ist auch

$$\delta.\int U\partial x = U\partial x + \int N\omega\partial x + \int P\partial\omega$$
$$+ \int Q\partial\frac{\partial\omega}{\partial x} + \int R\partial\frac{1}{x}.\partial\frac{\partial\omega}{\partial x} + \ldots$$

Integrirt man aber diese Ausdrücke theilweise, so ist

$$\int Q\partial\frac{\partial\omega}{\partial x} = Q\frac{\partial\omega}{\partial x} - \frac{\partial Q}{\partial x}.\omega + \int\omega\partial\frac{\partial Q}{\partial x},$$

$$\int R\partial\frac{1}{x}.\partial\frac{\partial\omega}{\partial x} = \frac{R}{\partial x}\partial\frac{\partial\omega}{\partial x} - \frac{\partial R}{\partial x}.\frac{\partial\omega}{\partial x}$$
$$+ \frac{1}{\partial x}\partial\frac{\partial R}{\partial x}\omega - \int\omega\partial\frac{1}{x}.\partial\frac{\partial R}{\partial x} \text{ u. s.}$$

Substituirt man endlich diese Ausdrücke in der vorhergeh den Gleichung, und bemerkt man, dafs, wenn z nicht N ist, man noch einen zweiten, dem vorigen ganz ähnlicl Ausdruck erhält, in welchem man blofs $NPQ\ldots$ in $N'P'Q$ und $\omega = \delta y - p\delta x$ in die Gröfse $\omega' = \delta z - p'\delta x$ verwand darf, so erhält man für die vollständige Variation des ge benen Ausdrucks, wenn, wie gewöhnlich, das Differential constant angenommen wird,

$$\delta.\int U\partial x = \int\omega\partial x\left(N - \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} - \frac{\partial^3 R}{\partial x^3} + \ldots\right)$$
$$+ \int\omega'\partial x\left(N' - \frac{\partial P'}{\partial x} + \frac{\partial^2 Q'}{\partial x^2} - \frac{\partial^3 R'}{\partial x^3} + \ldots\right)$$
$$+ U\delta x + \omega\left(P - \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial^2 R}{\partial x^2} - \ldots\right)$$
$$+ \omega'\left(P' - \frac{\partial Q'}{\partial x} + \frac{\partial^2 R'}{\partial x^2} - \ldots\right)$$
$$+ \frac{\partial\omega}{\partial x}\left(Q - \frac{\partial R}{\partial x} + \ldots\right) + \frac{\partial\omega'}{\partial x}\left(Q' - \frac{\partial R'}{\partial x} + \ldots\right) + \frac{\partial^2\omega}{\partial x^2}.R +$$

und dieses ist die Gleichung, welche man beinahe allen Problemen der Variationsrechnung zu Grunde legen kann, um daraus die Auflösung derselben zu finden. So oft nämlich das Problem dahin reducirt werden kann, dafs das Integral $\int U \partial x$ ein Gröfstes oder ein Kleinstes seyn soll, und dieses ist beinahe immer der Fall, so wird man nur (nach den bekannten Vorschriften der Differentialrechnung, die auch hier ihre Anwendung haben) die Variation $\delta . \int U \partial x$ dieses Integrals gleich Null setzen. Diese Variation besteht aber, wie die letzte Gleichung zeigt, aus zwei wesentlich von einander verschiedenen Theilen, deren einer das Integralzeichen vor sich hat, während der andere davon frei ist. Von diesen beiden Theilen mufs daher jeder für sich gleich Null gesetzt werden. Setzt man den ersten Theil dieser Variation gleich Null, und bedenkt man, dafs für Gleichungen zwischen x, y und z, sofern sie für gegebene Flächen gehören, die Gröfsen x und y von einander unabhängig sind[1], so erhält man die zwei Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} 0 &= N - \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} - \ldots \\ 0 &= N' - \frac{\partial P'}{\partial x} + \frac{\partial^2 Q'}{\partial x^2} - \ldots \end{aligned}\right\} \ldots \quad (A)$$

und diese werden demnach die Gleichungen seyn, in welchen das Integral $\int U \partial x$, zwischen den gegebenen Grenzen genommen, ein Gröfstes oder ein Kleinstes ist. Da diese Gleichungen erste, zweite und vielleicht auch noch höhere Differentiale enthalten, so wird die Integration derselben mehrere Constanten einführen, und die Bestimmung dieser Constanten wird der zweite Theil der oben erhaltenen Gleichung geben, welcher das Integralzeichen nicht enthält.

Sollten aber die Gröfsen x und y durch irgend eine gegebene Bedingungsgleichung von einander abhängig seyn, sollte z. B. die gesuchte Curve auf einer gegebenen Fläche liegen, deren Gleichung $L = 0$ seyn mag, so wird man für diese Bedingungsgleichung den Ausdruck haben

$$\left(\frac{\partial L}{\partial y}\right) . \delta y + \left(\frac{\partial L}{\partial z}\right) . \delta z = 0$$

---

1 Littrow's Anleitung zur höheren Math. Wien 1836. S. 205.

und dann gehn, nach dem in der Mechanik bekannten fahren[1], die obigen Ausdrücke (A) in die folgenden übe:

$$\left.\begin{array}{l} N - \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} - \ldots + \lambda\left(\frac{\partial L}{\partial y}\right) = 0 \\ N' - \frac{\partial P'}{\partial x} + \frac{\partial^2 Q'}{\partial x^2} - \ldots + \lambda\left(\frac{\partial L}{\partial z}\right) = 0 \end{array}\right\} \ldots$$

wo λ einen unbestimmten Factor bezeichnet.

IV. Um den Gebrauch dieses allgemeinen Verfa durch einige Beispiele zu erläutern, suche man zuers kürzeste Linie zwischen zwei Puncten in einer Ebene. diese Linie hat man den allgemeinen Ausdruck

$$\int \sqrt{\partial x^2 + \partial y^2} = \int \partial x \sqrt{1 + p^2},$$

so dafs man also für diesen speciellen Fall hat

$$U = \sqrt{1 + p^2} \text{ und } \delta U = \frac{p \delta p}{\sqrt{1 + p^2}}.$$

Vergleicht man diesen Werth von δU mit dem der chung (I), so hat man

$$P = \frac{p}{\sqrt{1 + p^2}}$$

und alle übrigen Gröfsen N, N', P', Q .. sind gleich Es gehn daher die zwei Gleichungen (A) in die folgende zelne über

$$\partial P = 0 \text{ oder } \partial p = 0 \text{ oder endlich } \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = 0.$$

Das Integral des letzten Ausdrucks ist aber

$$y = Cx + C',$$

wo C und C' zwei willkürliche Constanten sind, und letzte Gleichung gehört für eine *gerade Linie*, die daher bekannt, die gesuchte kürzeste Linie ist.

Sucht man aber die kürzeste Linie, die man im R zwischen zwei gegebenen Puncten ziehen kann, so hat für das Element derselben

$$\partial x \sqrt{1 + p^2 + q^2}, \text{ also auch } U = \sqrt{1 + p^2 + q^2}$$

und daher

---

1 Littrow's theoretische und praktische Astron. Wien Th. III. S. 11 u. 51.

$$\partial U = \frac{p \partial p + p' \partial p'}{\sqrt{1 + p^2 + q^2}}.$$

ıs folgt aber

$$P = \frac{p}{U},\ P' = \frac{p'}{U} \text{ und } N = N' = Q = Q' = 0.$$

rch gehen die Gleichungen (A) in die folgenden über

$$\frac{\partial P}{\partial x} = 0,\ \frac{\partial P'}{\partial x} = 0,$$

, wenn man integrirt,

$$y = Ax + A' \text{ und } z = Bx + B',$$

bes wieder die bekannten Gleichungen einer Geraden im se sind.

Das Vorhergehende setzt voraus, dafs die beiden Endte der gesuchten kürzesten Linie fix sind. Sind aber diese uncte nicht auf eine unveränderliche Weise gegeben, ern wird z. B. angenommen, dafs sie sich nur auf zwei en befinden sollen, die (für den ersten Fall unseres Pros) in derselben Ebene mit der gesuchten kürzesten Linie n sollen, so mögen die Gleichungen dieser beiden Grenzm seyn

$$\partial y' = m' \partial x' \text{ und } \partial y'' = m'' \partial x''.$$

nun die zwei Puncte dieser Grenzcurven zu finden, hat für den zweiten Theil des obigen allgemeinen Ausdrucks $\delta . \int U \partial x$ in unserem speciellen Falle die Gleichung

$$U \delta x + \omega P = 0$$

$$U \delta x + (\delta y - p \delta x) . P = 0.$$

ber

$$U = \sqrt{1 + p^2} = \frac{\sqrt{\partial x^2 + \partial y^2}}{\partial x} = \frac{\partial s}{\partial x}$$

$$P = \frac{p}{\sqrt{1 + p^2}} = \frac{\partial y}{\partial s}$$

o geht die vorhergehende Gleichung in folgende über:

$$\frac{\partial s}{\partial x} \delta x + (\delta y - p \delta x) \frac{\partial y}{\partial s} = 0,$$

$$\frac{\partial y}{\partial s}\delta y + \left(\partial s - \frac{\partial y^2}{\partial s}\right)\frac{\delta x}{\partial x} = 0,$$

oder endlich

$$\frac{\partial y}{\partial s}\delta y + \frac{\partial x}{\partial s}\delta x = 0.$$

Wendet man diesen letzten Ausdruck für jede der bei Grenzcurven besonders an, und nimmt man die Differenz b der Ausdrücke, so erhält man für den erwähnten zwei Theil

$$\frac{\partial x''}{\partial s''}\delta x'' + \frac{\partial y''}{\partial s''}\delta y'' - \frac{\partial x'}{\partial s'}\delta x' - \frac{\partial y'}{\partial s'}\delta y' = 0$$

oder, wenn man die vorhergehenden Werthe von $\delta y'$ u $\delta y''$ substituirt,

$$\left(\frac{\partial x'' + m''\partial y''}{\partial s''}\right)\delta x'' - \left(\frac{\partial x' + m'\partial y'}{\partial s'}\right)\delta x' = 0.$$

Da aber die beiden Größen $\delta x'$ und $\delta x''$ von einander g unabhängig sind, so ist der letzte Ausdruck den zwei folg den Gleichungen gleichgeltend

$$\partial x'' + m''\partial y'' = 0 \text{ und } \partial x' + m'\partial y' = 0,$$

oder

$$\frac{\partial y''}{\partial x''} = -\frac{1}{m''} \text{ und } \frac{\partial y'}{\partial x'} = -\frac{1}{m'}$$

und diese beiden Gleichungen zeigen, daſs die gesuchte (rade zwisehen den beiden Grenzcurven auf diesen beiden C ven senkrecht stehen muſs, um die kürzeste Gerade zu se die man zwischen diesen beiden Curven ziehen kann.

Sucht man endlich von allen, auf einer gegebenen Flä zwischen zwei gegebenen Puncten dieser Fläche liegen Curven die kürzeste, so sey die Gleichung dieser Fläche

$$L = 0 = A\partial x + B\partial y + C\partial z,$$

wo A, B und C Functionen von x, y und z sind. Dieses v ausgesetzt hat man, wie zuvor,

$$U = \sqrt{1 + p^2 + q^2},\ P = \frac{p}{U},\ P' = \frac{p'}{U}.$$

Mit Hülfe dieser Ausdrücke erhält man aus den Gleichun (B)

$$\partial \cdot \frac{p}{U} - \lambda \left(\frac{\partial L}{\partial y}\right) = 0$$

und

$$\partial \cdot \frac{p'}{U} - \lambda \left(\frac{\partial L}{\partial z}\right) = 0,$$

oder auch, wenn man daraus die Größe λ eliminirt,

$$\left(\frac{\partial L}{\partial z}\right) \partial \cdot \frac{p}{U} - \left(\frac{\partial L}{\partial y}\right) \partial \cdot \frac{p'}{U} = 0$$

oder endlich, da $U \partial x = \sqrt{\partial x^2 + \partial y^2 + \partial z^2} = \partial s$ ist,

$$\left(\frac{\partial L}{\partial z}\right) \partial \frac{\partial y}{\partial s} - \left(\frac{\partial L}{\partial y}\right) \partial \frac{\partial z}{\partial s} = 0 \ldots \text{(H)}$$

und dieses ist der gesuchte allgemeine Ausdruck für die kürzeste Linie zwischen zwei auf der Fläche $L = 0$ gegebenen Puncten. Ist diese Fläche eine Kugel vom Halbmesser a, so hat man

$$L = 0 = x^2 + y^2 + z^2 - a^2,$$

also auch

$$\left(\frac{\partial L}{\partial z}\right) = 2z, \quad \left(\frac{\partial L}{\partial y}\right) = 2y,$$

und daher die Gleichung (II)

$$z \cdot \partial \frac{\partial y}{\partial s} - y \cdot \partial \frac{\partial z}{\partial s} = 0,$$

oder

$$\frac{z \partial^2 y \quad y \partial^2 z}{\partial s} = 0,$$

wovon das Integral ist

$$z \partial y - y \partial z = C . \partial s.$$

Ebenso findet man auch

$$z \partial x - x \partial z = C' . \partial s,$$

wo C und C' zwei Constanten bezeichnen. Die beiden letzten Gleichungen zusammengenommen geben

$$z \partial x - x \partial z = A . (z \partial y - y \partial z),$$

wo wieder A eine Constante bezeichnet. Multiplicirt man beide Theile der letztern Gleichung durch $\frac{1}{z^2}$, so findet man für das Integral derselben

$$\frac{x}{z} = A . \frac{y}{z} + B \text{ oder } x = Ay + Bz,$$

[illegible] der [illegible] gehenden [illegible] der [illegible] Gleich[illegible] *Kreises* [illegible] gegeben [illegible]

[illegible]

[illegible]

so erhält man

$$U = p\left[P - \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial^2 R}{\partial x^2} - \dots\right]$$
$$+ q\left[Q - \frac{\partial R}{\partial x} + \frac{\partial^2 S}{\partial x^2} - \dots\right]$$
$$+ r\left[R - \frac{\partial S}{\partial x} + \dots\right]$$
$$+ sS \dots + \text{Const.} \dots \quad (C)$$

Man suche z. B. die Curve, welche, zwei gegebene Puncte mit einander verbindend, bei der Umdrehung um die Axe der x die kleinste Oberfläche erzeugt. Ist F die erzeugte Fläche, so hat man bekanntlich den Ausdruck

$$F = 2\pi \int y \partial s = 2\pi \int y \partial x \sqrt{1+p^2}.$$

Da F ein Kleinstes, also die Variation δF gleich Null werden soll, so hat man

$$U = y\sqrt{1+p^2}, \quad N = \sqrt{1+p^2} \text{ und } P = \frac{py}{\sqrt{1+p^2}}$$

und da die übrigen Gröſsen Q, R, S .. verschwinden, so ist nach der Gleichung (C)

$$U = pP + \text{Const.} = \frac{p^2 y}{\sqrt{1+p^2}} + \text{Const.}$$

Substituirt man hierin den obigen Werth von U, so erhält man, da $p = \frac{\partial y}{\partial x}$ ist,

$$\frac{\partial y}{\partial x} = \sqrt{\frac{y^2 - C^2}{C^2}}$$

und davon ist das Integral

$$\frac{x}{C} = \text{Log.}(y + \sqrt{y^2 - C^2}) + C'.$$

Die beiden Constanten C und C′ ergeben sich aus der Bedingung, daſs die gesuchte Curve durch zwei gegebene Puncte gehen soll. Da für $y < C$ der Werth von x imaginär wird, so ist C die kleinstmögliche Ordinate. Nimmt man diese Ordinate für die Axe der y an, so daſs also $y = C$ für $x = 0$ wird, so hat man

$$0 = \text{Log. } C + C',$$

also auch, wenn man a für C setzt,

$$\frac{x}{a} = \text{Log. } \frac{y + \sqrt{y^2 - a^2}}{a}$$

oder auch, wenn e die Basis der natürlichen Logarithmen bezeichnet,

$$e^{\frac{x}{a}} = \frac{y + \sqrt{y^2 - a^2}}{a} \text{ oder } e^{-\frac{x}{a}} = \frac{y - \sqrt{y^2 - a^2}}{a},$$

und daher auch

Ventilator.

Luftreiniger; *Ventilator;* Ventilateur; *Ventilator.*

Hiermit bezeichnet man alle diejenigen Vorrichtungen, welche dazu dienen, die zum Athmen minder geeignete Luft, die entweder an sich irrespirabel, oder durch die verschiedenen Processe des Athmens, technischer Fabricationen, krankhafter Ausdünstungen u. s. w. verdorben ist, aus Räumen wegzuschaffen, worin sie sich angehäuft hat, oder auch nur die übermäfsig erwärmte Luft mit frischer kälterer zu vertauschen. Ein Luftwechsel, den man füglich *Ventilation* nennen kann, findet allezeit von selbst an allen Orten statt, in welche die kalte und schwerere Luft eindringen kann, während die wärmere und leichtere aus ihnen aufsteigend entweicht, worauf zum Theil das Erkalten der geheizten Zimmer im Winter beruht; der Procefs bleibt aber aus, wenn der warmen Luft nur ein Ausgang nach unten, der kalten dagegen nach oben offen steht, und dieser zugleich verhältnifsmäfsig enge ist, weswegen sich die kalte Luft sehr bleibend in den sogenannten Eishöhlen, in unterirdischen Räumen, Kellern u. s. w. erhält. Diese Art der Ventilation wird bedeutend verstärkt durch geeignete Canäle, in denen die kältere Luft herzuströmen kann, beim Vorhandenseyn anderer, die zum Abfliefsen der wärmeren dienen, wie solches z..B. bei grofsen Concert- und Tanzsälen, Efszimmern, Opernhäusern u. s. w. statt findet, in welche die kalte Luft durch untere Oeffnungen, meistens nur die Thüren und undichten Fenster, eindringt und die warme durch höher liegende, namentlich den herabhängenden Kronleuchtern zugehörige, Canäle in so grofser Menge entweicht, dafs dadurch eine sehr merkliche Luftströmung erzeugt wird. Hierher gehören dann vorzüglich auch die sehr bedeutenden Wirkungen der Windöfen und Camine. Alles dieses möge jedoch hier nur im Allgemeinen berührt werden, da die hierüber bestehenden physikalischen Gesetze bereits[1] so ausführ-

1 Vergl. Art. *Heizung.* Bd. V. S. 158 u. 206. *Pneumatik.* Bd. VII. S. 593.

sich mitgetheilt worden sind, daſs sie bei gegebenen Gröſsen zur Bestimmung der Luftmengen, die in einer bestimmten Zeit ab- und wieder hinzuströmen, genügen. Eine Anweisung zu einer künstlichen Vorrichtung dieser Art wird unter andern durch Cavallo[1] angegeben, wonach man in der Decke der Zimmer eine zum Dache hinausragende Abzugsröhre der warmen Luft, unter der Decke aber durch die Wand eine zweite, innen bis auf den Boden herabgehende, anbringen soll, damit durch die letztere die kalte Luft von auſsen, zum Ersatz der entweichenden, wieder hinzuströme und von der Höhe des Zimmers herabsinke, um keinen zu starken Luftzug zu erzeugen, welcher entstehen würde, wenn man die Zufluſsröhre der kalten Luft unten am Boden anbringen oder die oben genannte im Zimmer wieder bis auf den Boden hinabführen wollte.

Dieses einfache Mittel der Ventilation ist seitdem auf verschiedene Weise abgeändert und modificirt worden. Hierhin gehört zuerst die von de l'Isle de St. Martin[2] vorgeschlagene Einrichtung, wonach der Luftzug durch zwei auf die Röhre gesetzte Hüte vermehrt werden soll. Der Versuch wurde mit einem als Modell und zur Prüfung der Sache dienenden Apparate angestellt, aus einem Kasten RR mit zwei Schiebern Fig. 241. S und S' bestehend, welche mehr oder weniger geöffnet der eindringenden Luft einen ungleich freien Zutritt verstatteten. Auf diesen Kasten war die verticale Röhre TV aufgestellt, von deren oberer Oeffnung ACBD ein nach unten gehender Schirm ABLP herabhing, über welchem ein zweiter, oben verschlossener Hut NQDM, durch vier Streben OO'DD' am unteren befestigt, angebracht wurde. Die Dimensionen sind BL = 1,5 AB, FL = AB für den unteren Hut, BN = AB, BM = 1,25 AB für den oberen. Der untere Kasten, durch dessen Schieber sich die Stärke der Strömung reguliren läſst, soll sich im Zimmer, die obere Oeffnung der Röhre mit den beiden Hüten aber in freier Luft befinden, und indem dann die aufsteigende Luft gegen N stöſst, und zwischen den bei-

1 Abhandl. über die Natur und Eigenschaften d. Luft. Aus d. Franz. Leipz. 1783. S. 175.

2 Journ. de Phys. 1788. Sept. p. 83. daraus in: Gotha'sches Magazin. Th. VI. St. 1. S. 81.

den Hüten entweicht, soll ein Luftstrom entstehen, welche das Aufsteigen der Luft befördert. Ob diese Wirkung unmittelbar erfolge, dürfte zweifelhaft seyn; wenn aber ein äufsere Luftstrom zwischen beiden Hüten hinstreicht, so wird dadurch allerdings die verticale Luftströmung in der Röhre vermehrt werden, wie sich dieses auch im Experimente zeigte, indem bei z eine vertical aufsteigende, oben horizontal gebogene Röhre angebracht wurde, in welche nach verschlossenem Kasten eine vorgehaltene Lichtflamme eindrang, wenn man seitwärts gegen den Zwischenraum der Hüte blies.

Eine ausführliche Behandlung des ganzen Problems der Ventilation lieferte G. F. Parrot in einem eigenen Werke[1] worin zugleich die Menge der durch Respiration eines Menschen in gegebener Zeit verdorbenen Luft angegeben und die Construction des empfohlenen Apparates auf pneumatische Gesetze gegründet wird. Die gewählte Construction ist in der Hauptsache ganz die so eben beschriebene des de l'Isle de St. Martin, ohne dafs Parrot jedoch hiervon etwas wufste, indem er die erste Idee vielmehr aus einem älteren, französischen Werke[2] schöpfte, welches vielleicht beiden Erfindern den ersten Anlafs gab. Die Mündung der Röhre mit ihren beiden Hüten nennt Parrot den *Saugventilator*, welcher wegen genauer Uebereinstimmung mit dem beschriebenen keiner näheren Angabe bedarf, und es genügt daher hinzuzufügen, dafs die beiden abgekürzten Kegel (die Hüte der Röhre) nicht blofs über das Dach hinausragen, sondern auch 20 Fufs von benachbarten Gegenständen entfernt seyn sollen, um dem Wind freien Zutritt zu gestatten, damit er durch den Stofs gegen die schiefen Flächen eine fächerförmige Ausbreitung (*amplitudo reflexionis*) annehmen möge. Der Winkel, den die Seite des Kegels mit der Grundfläche macht, wird zu 24 bis 25 Grad angenommen, der obere Durchmesser der abgekürzten Kegel soll aber den dritten Theil des unteren betragen. Ferner theilt Parrot den Raum zwischen beiden Kegeln in acht Kammern, deren Wände, auf dem unteren fest-

1 Der zweckmäfsige Luftreiniger theoretisch und praktisch beschrieben. Frankf. 1793. 8. Vergl. Gotha'sches Magazin. Th. IX. St. IV. S. 86.

2 La Mécanique du feu. Par. 1810.

sitzend, den oberen tragen und verlängert durch die Axe der Röhre TV gehen, ihre Länge aber beträgt nicht mehr als die Hälfte des Radius der Grundfläche oder 0,75 der Seite des Kegels, wonach die äufsere Oeffnung jeder Kammer beinahe dem Durchmesser der kleineren Grundfläche das Kegels gleich ist. Man übersieht bald, dafs auf diese Weise allerdings ein Aufsaugen der Luft auf gleiche Weise, als in dem bekannten Versuche von CLEMENT[1], durch das Einströmen des Windes in die Kammern der einen Seite und das Ausströmen derselben aus den gegenüberstehenden erzeugt werden müsse, wonach dann von selbst folgt, dafs die kleine Grundfläche des obern Kegels einer Bedeckung bedürfe, die zum Abflufs des Regens etwas gewölbt seyn kann. Nach einer angestellten Berechnung soll die Geschwindigkeit, womit die Luft aus der Saugröhre ausfliefst, sich zu der des Windes wie 2 : 5 verhalten, und Versuche mit Röhren von ungleicher, bis 2 Fufs Durchmesser steigender Weite bestätigten diese Bestimmung. Die Saugröhre des Ventilators steht mit ihrem unteren Ende auf dem oberen Deckel eines wohlverschlossenen Kastens, aus welchem Röhren in diejenigen Zimmer herabgehn, deren Luft gereinigt werden soll, wonach also der Hauptsammelkasten sich im obern Theile der Häuser befinden und der Flächeninhalt eines Querschnittes der Hauptableitungsröhre TV der Summe der Querschnitte aller Zuleitungsröhren gleich seyn mufs. Zur näheren Bestimmung der erforderlichen Gröfsen wird dann noch hinzugesetzt, dafs die Weite der Zuleitungsröhren doppelt so viele Quadratzolle, als die Zahl der Menschen beträgt, durch welche die Luft verunreinigt wird, betragen könne, jedoch begreift man leicht, dafs diese Bestimmung hauptsächlich von der Geschwindigkeit der Bewegung, womit die Luft in den Röhren strömt, abhängen müsse. Der Hauptkasten RR', bei welchem hiernach die Schieber und Oeffnungen wegfallen, soll eine Länge und Breite von 2 Fufs + dem Durchmesser der Röhre TV und eine Höhe von 13 Zoll + dem Durchmesser einer Zuleitungsröhre haben; die Zuleitungsröhren sollen einen Zoll über dem Boden des Kastens münden und nirgends ein Knie haben, vielmehr sollen da, wo sie sich biegen müssen, Hülfskasten von der Einrichtung des

---

1 S. Art. *Pneumatik.* Bd. VII. S. 679.

Hauptkastens angebracht werden. Diese letztere Vorsicht ist jedoch nach den Gesetzen der Pneumatik überflüssig, da bekanntlich die Strömung der Luft durch Krümmungen der Röhren nicht gehindert wird[1].

Um die abfliefsende Luft durch neu von aufsen herzuströmende zu ersetzen, würde es blofs einer in die Zimmer führenden offenen Röhre bedürfen, allein dann würde, aufser dem statischen Aufsteigen der wärmeren Luft, die bewegende Kraft blofs durch den Saugventilator erzeugt werden. Um dessen Wirkung zu verstärken, versieht Parrot seinen Apparat noch mit einem *Druckventilator* am offenen unteren Ende der Röhren, welche die äufsere Luft den Zimmern wieder zuführen. Dieser besteht aus der beschriebenen, aber umgekehrten Vorrichtung, indem die gröfseren, den beiden abgekürzten Kegeln zugehörigen, Grundflächen nach aufsen gerichtet sind, also, mit dem Saugventilator verglichen, auf der Axe der Röhre, hier der Zuleitungsröhre, umgekehrt stehen. Zugleich sind die Kegel etwas spitzer, die Seitenfläche des obersten ist, wie die Oeffnung einer Trompete, krummlinig gemacht, und der Durchmesser der kleineren Grundfläche beträgt nur 0,25 der gröfseren; beide gröfsere Grundflächen sind einander gleich, und der Durchmesser der Saugröhre beträgt $\frac{1}{4}$ des Durchmessers der gröfseren Grundflächen der Kegel. Zwischen beiden Kegelflächen werden zwölf Kammern angebracht, zur Beschützung gegen das Wetter aber dient ein niedriges kegelförmiges Dach mit einer Rinne und sechs Oeffnungen, denen gegenüber inwendig ein leichtes Bretchen an zwei Riemchen frei hängt, gegen welches der Wind beim Einströmen stöfst und dadurch gegen die untere Mündung gerichtet wird. Parrot giebt aufserdem als Sauger noch ein Windrad an, welches mit der Kurbel gedreht werden soll, oder durch eine Schnur, die nach dem Aufenthaltsorte hin gerichtet werden müfste, um durch sie das Rad von Zeit zu Zeit in Bewegung zu setzen. Endlich wird noch gezeigt, wie man diesen Ventilator nicht blofs bei Wohngebäuden, sondern auch bei Krankenhäusern, Gefängnissen, Kirchen, Schauspielhäusern, auf Schiffen, in Bergwerken u. s. w. anbringen könne, was sich jedoch leicht von selbst ergiebt.

---

1 S. Art. *Pneumatik*. Bd. VII. S. 671.

Von den bisher beschriebenen Ventilatoren scheint Boswell keine Kenntnifs gehabt zu haben, als er den seinigen bekannt machte[1], weil er sonst wegen der Aehnlichkeit des zum Grunde liegenden Princips vermuthlich darauf Rücksicht genommen hätte. Auch bei diesem soll durch den Wind eine Strömung der in einer Röhre aufsteigenden Luft erzeugt werden. In der vollendetsten, zugleich aber kostbarsten Ausführung mufs auch dieser Ventilator über das Dach des Hauses, das Verdeck des Schiffes, die Mündung des Schachtes u. s. w., wofür die Ventilation eingerichtet wird, hinausragen und der obere Theil desselben auf eine solche Weise beweglich seyn, dafs die Oeffnung des Trichters, in welche der Wind blasen soll, diesem stets entgegenstehe. Der Haupttheil besteht daher aus der in einem rechten Winkel gebogenen Röhre B mit dem eingesetzten Trichter G, dessen Dimensionen im Verhältnifs zu den Röhren nicht näher bestimmt sind; sie lassen sich indefs annähernd aus der Zeichnung entnehmen, aus welcher sich zugleich ergiebt, dafs der Wind in die Oeffnung des Trichters blasen, in der verengten Röhre zusammengedrängt werden und beim Austritte aus der letzteren in der weitern Röhre B einen Luftstrom erzeugen soll, durch welchen die Luft in der verticalen Röhre A aufgesogen wird. Die knieförmig gebogene Röhre zusammt dem Trichter ruht auf der verticalen Stange E, welche in der Strebe H befestigt, durch eine Querstange D gesteckt und mit ihrer untern Spitze in eine zweite Querstange K eingelassen ist. Die beiden letzteren Querstangen sind in der Zuleitungsröhre A so befestigt, dafs die Tragstange E sich in den Oeffnungen D und K frei um ihre verticale Axe drehen kann, und zugleich müssen die Dimensionen der Röhre B und des Trichters G so gewählt seyn, dafs die geometrische Axe der Tragstange E durch den Schwerpunct des obern beweglichen Theiles geht, damit der Wind denselben leicht umdrehen und die Oeffnung des Trichters G seiner Richtung entgegen stellen könne. Die Zuleitungsröhre A hat oben das engere Stück, den an ihr befestigten Ring CC, und in den hierdurch gebildeten Zwischenraum geht der untere Theil des verticalen Stückes der Röhre B so herab, dafs er sich frei darin bewegen kann. Um

Fig. 242.

1 Nicholson's Journ. of Nat. Phil. T. IV. p. 5. G. V. 363.

Schachten auf dem Harze in Anwendung gebracht hatte[1]. D von HALES vorgeschlagene Ventilator besteht aus zwei hö zernen Kasten oder Parallelepipeden, deren jedes in der Mi durch eine um ein Scharnier bewegliche hölzerne Klappe g theilt ist. Diese Klappen sind an einer Seitenfläche des K stens durch das Scharnier befestigt und stehen von den üb gen Seitenflächen 0,05 Zoll ab. Sie sind durch eiserne St gen an einem Hebel so befestigt, dafs man durch Hin- u Herbewegen der Hebelstange, wie beim doppelten Druc werke, abwechselnd eine Klappe um die andere erheben u wieder niederdrücken kann. An den Grundflächen jedes K stens befinden sich vier Ventile, deren zwei sich nach inne zwei aber nach aufsen öffnen. Jeder Kasten ist da, wo d auslassenden Ventile sich befinden, mit einem vorliegend kleineren Kasten oder einem Parallelepipedum verbunden, welches bewegliche Röhren eingesetzt werden, um durch die die Luft an die gehörigen Orte hinzuleiten, da man vermi telst dieser Maschine nach ihren verschiedenen Stellungen ebe so gut die verdorbene Luft auspumpen, als frische einbring kann. Im ersten Falle mufs der Ventilator so stehen, da seine einsaugenden Ventile mit dem Zimmer verbunden sin das Ende der Röhre aber in die freie Luft geht, und HALI berechnet dann, dafs man mit einem doppelten Kasten, jede von 10 Fufs Länge, 3 bis 4 Zoll Breite und 13 Zoll Höhe, i einer Stunde 25000 Tonnen Luft auspumpen könne, währe die frische Luft so unvermerkt eindringe, dafs die Kranken u Schlafenden nichts davon bemerkten. Um frische Luft in ei Zimmer einzuführen, mufs die Maschine aufserhalb angebrac seyn, die Röhre aber in das Zimmer gehen, in welchem Fal jedoch ein unangenehmes Blasen aus der Röhre statt finde Von ähnlicher Einrichtung, als Gebläse wirkend, war auc der durch VEULERESSE[2] angegebene Ventilator, mit welche 1780 auf der französischen Fregatte Cybele Versuche angestel wurden, die jedoch nicht ganz befriedigend ausfielen.

Um unausgesetzt die verdorbene Luft wegzuschaffen, müfst diese Maschine stets oder mit nur kurzen Unterbrechungen i

---

1 Gemeinnützige Kalender-Lesereyen von F. A. FRESENIUS 178 Th. I. S. 42. In BUSCH Handbuch d. Erfindungen. Th. XII. S. 185.

2 Gotha'sches Magazin. Th. I. St. 1. S. 95.

gung erhalten werden, welches, die unförmliche Gröſse gerechnet, sehr viele Arbeit erfordert, und es mag da- stellt bleiben, ob es dem Fitzgerald gelungen sey, Dampfmaschine für diesen Zweck in Anwendung zu brin-. Sutton schlug daher vor, man solle die Erwärmung Luft durch das Küchenfeuer zur Ventilation benutzen, wie s[2] zuerst angegeben hatte, indem man den hierdurch be-ten Luftzug durch ein mit dem Aschenherde verbunde- und in mehrere Zweige verbreitetes Zugrohr an diejeni- Orte hinführe, wo es nöthig sey. Ueber diesen Vor-g wurde von Desaguliers[3] und seinen Zeitgenossen viel andelt, und zwar schon früher, als Sutton's Vorschlag abgeändert worden war, unten im Schiffe einen Ofen anzu-gen und die dadurch erwärmte Luft in die oberen Räume zu, wonach es dann bloſs noch einer Abzugsröhre bedurfte, bei diesem Zuströmen der wärmeren Luft die verdorbene dem Zwischendeck abzuleiten. Desaguliers will die gabe der Ventilation schon seit 1715 verfolgt haben, als das oben bereits genannte französische Werk[4] ins Engli- übersetzte, und aus dieser Quelle scheinen daher die er- Vorschläge zur Ventilation insgesammt ausgegangen zu n. Faſst man dasjenige kurz zusammen, was er sehr wort-ch über das Problem vorbringt, so verwirft er die durch an und Sutton angegebene Idee, die erhitzte Luft über Aschenherde in die zu reinigenden Räume zu leiten, hiermit zugleich schweflige Dünste herbeigeführt wür-, die sich leicht entzünden könnten, und er räth vielmehr, aus den zu reinigenden Räumen ausgehende Röhre aus- zu erhitzen, dadurch das Aufsteigen der Luft in der-len zu bewirken und dann aus diesem Abzugscanale Röh- nach denjenigen Orten hin zu leiten, aus denen die ver-bene Luft weggeführt werden soll. Solche Vorrichtungen int er mehrere, namentlich auch im Sitzungssaale des rhauses, angelegt zu haben, ich kann jedoch nicht auf-

1 Wittenberger Wochenblatt. 1772. St. 7. bei Busch a. a. O.
2 Philos. Trans. 1742. T. XLII. N. 462. p. 42. 62.
3 Philos. Trans. 1727. T. XXXV. N. 400. p. 353. Vergl. T. XXIX. N. 437. p. 40. Cours de Physique expér. Par. 1751. 4. T. p. 465.
4 Méchanique du Feu. Par. 1710.

finden, mit welchem Erfolge die verschiedenen Apparate Anwendung gebracht wurden. Da das Werk des Desaguliers früher sehr allgemein gelesen wurde, so hat Ventura[1] den ihm gemachten Vorschlag ohne Zweifel auch aus dieser Qu geschöpft. Dieser empfiehlt eine sogenannte Luftkugel Thon, Eisen oder einer sonstigen, die Wärme lange erhalt den Substanz von 10 Zoll Durchmesser und mit zwei ku Röhren, auch einigen Haken zum bequemen Aufhängen sehen. In den obern Hals der Kugelöffnung soll eine Rö gesteckt werden, und eine andere in die untere kurze Rö die man verlängert an den zu reinigenden Ort hinführt. Be Gebrauche erhitzt man die Kugel, die in ihr befindliche L wird dadurch leichter, mufs also statisch aus der obern Mü dung aufsteigen und einen aufwärts gerichteten Strom in d untern Röhre erzeugen, wodurch die Luft aus den zu rei genden Räumen aufgesogen wird.

Wir haben bisher drei Principe kennen gelernt, wora die Ventilatoren gebaut sind, unter denen das erste v Desaguliers erfundene oder aus dem genannten Werke en lehnte durch Erwärmung der Luft ihr statisches Aufsteigen b wirkt, das zweite von de l'Isle de St. Martin und vo züglich Parrot den Windstofs als bewegendes Mittel benutz das dritte von Hales und Triewald als gewöhnliches G bläse zu diesem Zwecke dient. Diesen aus den Zeiten d Kindheit der mechanischen Wissenschaften herrührenden Vo richtungen kann noch eine vierte Maschine angereiht werde deren man sich seit dem Anfange des vorigen Jahrhundes sehr allgemein, namentlich in England, zum Reinigen des Ko und der Baumwolle bediente, die man aber zugleich auch z Ventilation benutzte. Diese durch Desaguliers[2] unter de Namen *Centrifugalventilator* beschriebene, mehrfache Mod ficationen gestattende Vorrichtung besteht nach Robison[3] a Fig. 243. einer Trommel, worin sich eine Welle mit vier oder mehr ren Flügelbretern A, D, E, K befindet, deren Breite u Länge bis auf einen geringen Zwischenraum für die un hinderte Bewegung den inneren Raum der Trommel ausfü

1 Jacobson technolog. Wörterbuch. Th. IV. S. 500.
2 Philos. Trans. 1735. T. XXXIX. p. 40.
3 System of mechanical philosophy. Edinb. 1822. T. III. p. 30

die Welle vermittelst einer an ihrer Axe, die auf beiden Seiten aus der Trommel hervorsteht, angebrachten Kurbel dreht, so treiben die Flügel die Luft vor sich her durch die Röhre W, wodurch dann von selbst ein Einströmen in die entgegenstehende Röhre V erzeugt werden muſs. Mit unbedeutenden Veränderungen ist dieser Ventilator der nämliche Apparat, welchen Ranke[1] unter dem Namen *Thermantidote* zur Abkühlung der Luft in Indien empfohlen hat. Diesem steht allerdings das bedeutende Hinderniſs im Wege, daſs dort oft die äuſsere Luft wärmer ist, als die in den Wohnungen, namentlich während der heiſsen Winde, und daſs dann noch die schwierige Aufgabe hinzukommt, die kältere Luft, die nur durch mechanische Mittel in die Zimmer getrieben werden kann, aufzufinden, die man nicht leicht anders als in Kellern oder Brunnenschachten erhalten kann, wohin die Saugröhren geleitet werden müssen.

Die neueren Vorschläge von Maschinen, die zur Wegschaffung der verdorbenen Luft dienen sollen, sind sämmtlich auf das eine oder das andere der beiden älteren Principe gegründet, nämlich entweder die an sich leichtere oder künstlich erwärmte Luft aufsteigen zu machen, oder durch mechanische Mittel eine Bewegung der Luft zu erzeugen, und unter diesen beiden Mitteln ist ohne Widerrede das erste bei weitem das vorzüglichste, weil das letzte fortdauernd einen bedeutenden Kraftaufwand erfordert, den man wohl überall nicht ohne Kosten erhalten kann. Daher beschränkt sich Tredgold[2] bloſs auf den Vorschlag, Abzugscanäle oder Röhren zum Aufsteigen der verdorbenen Luft und andere zum Zuführen der äuſseren reinen auf die bereits angegebene bekannte Weise und nach den bekannten pneumatischen Grundsätzen herzustellen, wobei er als zweckmäſsig hinzufügt, daſs es vortheilhaft sey, die Oeffnungen der Zuleitungscanäle mit einem Drahtgitter zu versehn, damit die hereinströmende kalte Luft die Bewohner der gelüfteten Zimmer, insbesondere wenn es Patienten sind, nicht unangenehm afficire. Als zweck-

1 Asiatick Journal. T. XXVIII. p. 323. Kurze Nachricht in Edinburgh Journ. of Sc. N. S. N. IV. p. 351.

2 Principles of warming and ventilating buildings. London

mäfsig erkennt man auch bald eine zweite Regel, nämlich Zuleitungscanäle mit einer Klappe zu versehen, die man m oder weniger öffnen kann, weil namentlich im Winter Aufsteigen der künstlich erwärmten Luft und das Eindrin der äufseren kalten weit schneller geschieht und es da räthlich ist, die Weite des Zuleitungscanals in ebendie Verhältnisse zu vermindern. Endlich ist es sowohl im All meinen, als namentlich auch bei Krankenzimmern sehr v theilhaft, die herzuströmende kalte Luft vorher zu erwärm was in einem Vorgemache geschehn mufs, in welches die Z leitungscanäle münden und aus welchem dann die erwär Luft in die eigentlichen Zimmer strömt. Hierbei darf ka erinnert werden, dafs die Luftheizung von selbst zugleich e zweckmäfsige Ventilation darbietet, namentlich wenn die w mere Luft der Zimmer nicht wieder in die Heizkammern z rückkehrt, sondern auf Corridors oder Speicher abgeleitet wi auch liegt sehr nahe, dafs die für diesen Zweck hergestell Canäle im Sommer gleichfalls blofs zur Ventilation der v dorbenen Luft dienen können. D'Arcet's Ventilator, v ihm *Appellschlot* genannt, ist von dieser nämlichen Einric tung. Da die Geschwindigkeit der Strömung in Canälen d Quadratwurzeln aus ihren verticalen Höhen proportional wäc so führt er die Abzugsröhre von den untern Räumen aus über das Dach empor und versieht ihre Mündung mit ein geeigneten Hute, um das Eindringen des Windes in die O nung zu entfernen. In diesen Abzugscanal werden Röh aus denjenigen Räumen geleitet, aus denen man die verd bene Luft wegzuschaffen beabsichtigt, und wenn der Z nicht von selbst stark genug ist, so verstärkt man ihn kün lich durch eine Lampe, die an einer geeigneten Stelle oberen Theile der Abzugsröhre angebracht wird; ist aber wegzuschaffende Luft an sich schwer und daher nicht lei zum Aufsteigen zu bringen, so mufs ein über solchen Rä men angebrachter Ofen, durch welchen die Röhre gel wird, um die in dieser enthaltene Luft in Folge starker Au dehnung durch Wärme bedeutend leichter zu machen, Hülfe kommen, welcher auch als Windofen die wegzusch fende Luft aufnehmen und die aus ihm dann sammt d Rauche entweichende durch ein Rohr dem Abzugsrohre z führen kann. Beim Opernhause in Paris ist über dem grofs

Kronleuchter ein Appellschlot angebracht, ein anderer über der Bühne, dagegen führen 2400 Röhren unter den Logen im Winter die erwärmte Luft von den Corridors, im Sommer die kühle aus den Kellern wieder herzu[1]. Ganz neuerdings hat aber Combes[2] den Centrifugal-Ventilator zur Anwendung in Krankenhäusern abermals empfohlen, welcher nach der von ihm erfundenen Construction bei 97 Umdrehungen in 1 Minute und bei einem Kraftaufwande von 4,76 Kilogr. 53 Kubikmeter Luft fortschafft.

In heifsen Gegenden, wo es nicht genügt, frische Luft herbeizuführen, sondern wo man auch eine Abkühlung derselben zu bewirken wünscht, ist die Aufgabe schwieriger, und daher haben sich vorzüglich die Engländer in Indien bemüht, die geeigneten Mittel für diesen Zweck aufzufinden. Dort bedient man sich der *Punka*, eines Rahmens von leichtem Holze mit einem Handgriffe und eingespanntem lose gewebten Baumwollenzeuche, die man in den Zimmern schwenkt, um eine Luftbewegung und dadurch Abkühlung der Menschen zu erzeugen, wodurch aber die Luft nicht wechselt und also keine eigentliche Ventilation bewirkt wird. Ebenso dient der *Tatty* bloss zur Abkühlung, denn er besteht aus einer Matte, die vor den Thüren und Fensteröffnungen ausgespannt und stets mit Wasser feucht erhalten wird, um durch dessen Verdampfung Wärme zu binden. Zur Erreichung der eigentlichen Ventilation bleibt dann nichts anderes übrig, als die künstlich abgekühlte Luft durch mechanische Mittel in die Zimmer zu pressen, welches durch irgend eins der angegebenen und verschiedentlich modificirten Gebläse geschieht. Ein solcher Ventilator eigenthümlicher Art, allerdings sehr zusammengesetzt, ist von Wauchope[3] vorgeschlagen worden. Wie die Zeichnung Fig. 244. angiebt, wird die Luft durch eine Art Cylinder- oder Kastengebläse P, P vermittelst eines Pferdegöpels in Bewegung gesetzt. Ehe sie in das Haus gelangt, strömt sie durch die vielen Windungen einer langen Röhrenleitung SS, welche aus 6 Zoll weiten, leicht gebrannten, thönernen Röhren poröser Art be-

1 Ueber die Ventilation im Hôtel des Invalides s. Machines approuv. T. VII. p. 379.
2 L'Institut. 6me An. N. 237. p. 324.
3 Edinburgh New Phil. Journ. N. XXII. p. 225.

steht, die stets feucht erhalten werden und die durchströmen Luft daher merklich abkühlen müssen. Um die Abkühlu zu verstärken, dienen die Flügel mm, welche durch ei Welle an der Kurbel hh schnell umgeschwungen eine bede tende Luftbewegung erzeugen und somit die Verdunstu mithin auch die Abkühlung der Röhren und der durch strömenden Luft befördern. Um Luft aufzufangen und d Gebläse zuzuführen, dient der Trichter F nebst der Röhre indem ersterer gegen den Wind gerichtet wird, diesen au fängt und auf solche Weise die Luft in die Röhrenleitu SS prefst, so dafs dann das Gebläse entbehrt werden ka und die ganze Ventilation ohne mechanische Mittel bewe stelligt wird, wenn man die Bewegung der Flügel mm au setzt, die Abkühlung der Röhren SS aber blofs durch Luftströmung geschehn läfst. Ebenso mufs man zwar die Rö ren zuweilen benetzen, allein da sie durch ein Dach zw gegen die Sonnenstrahlen, aber nicht gegen den Regen g schützt sind, so genügt es, wenn sie auf diese Weise von Zeit zu Zeit benetzt werden. Uebrigens wird nicht wähnt, dafs solche Ventilatoren wirklich erprobt und zweckmäß gefunden worden sind, sondern die Beschreibung ist blofs n einem Modelle gemacht, welches der Erfinder verfertigen li In Indien und überhaupt an allen Orten, wo die äufsere L heifser ist, als die im Innern der Häuser, und wo das B dürfnifs einer Abkühlung sich so fühlbar macht, wie den Schiffen, wo die verhältnifsmäfsig geringe Höhe über d Wasserspiegel nicht gestattet, durch ihre Länge wirksame Z canäle anzubringen, ist man gezwungen, mechanische Mittel Erzeugung eines Luftwechsels anzuwenden, für Häuser aller unter mittleren und höhern Breiten ist es aber leicht, nach den gegebenen statischen und pneumatischen Gesetzen geeignete V tilatoren zu construiren. Dahin gehören auch die drei bis Zoll im Durchmesser haltenden kurzen Röhren mit ei Flugrädchen, welches eine zu starke Strömung hindert, mal in Bewegung gesetzt aber vermöge der schrägen Richt seiner fächerartigen Bleche die Luft durch sich gleichsam durchschraubt, wie man diese ehemals häufiger als jetzt obersten Theile der Fenster anzubringen pflegte. Hauptsä lich ist es für manche Theile in den Bergwerken ein gro Bedürfnifs, die sich fortwährend entwickelnden nachtheili

Luftarten, die bösen Wetter, bösen Schwaden, wegzuschaffen, was durch den sogenannten Wetterwechsel von selbst erfolgt, indem durch einen natürlichen, oft ausnehmend starken, einem Sturmwinde an Geschwindigkeit wenig nachstehenden Luftzug äufsere Luft eindringt und die aus den innern Räumen, durch entwickelte Gasarten, durch Respiration und Verbrennungsprocesse verunreinigte, meistens aus den bis zu bedeutender Tiefe herabgehenden Schachten, entweicht. Wenn dieser natürliche Wetterwechsel stockt, so wird dadurch künstlich nachgeholfen, dafs man an irgend einer obern Stelle die Luft erhitzt, damit sie aufzusteigen beginnt, dadurch die untere Luft nach sich zieht und die nöthige Circulation einleitet, um das anhaltende Stagniren der verdorbenen Luft in den innern, mehr geschlossenen, Räumen zu verhüten, wodurch sonst der Aufenthalt der Menschen daselbst gefährlich oder gar ganz unmöglich werden könnte. Eine hierfür geeignete Vorrichtung ist unter andern durch Garvey[1] für Kohlenbergwerke ausführlich beschrieben worden, das Ganze gehört übrigens in das Gebiet der Bergwerkskunde; überhaupt liefse sich noch Vieles über diesen Gegenstand beibringen, wenn man nur die neuern vorgeschlagenen Ventilatoren beschreiben wollte, es wird aber hier genügen, die wesentlichen Grundsätze, worauf alle gebaut sind, angegeben zu haben[2].

M.

1 Dingler's polytechnisches Journ. Th. XLIV. S. 451.

2 Aufser den Werken über technische Maschinen vergl. Wm. [illegible] on ventilation. Lond, 1794. 4. Bösert von Luftwechselmaschinen. Petersb. 1797. 4.

Venus.

Venus; Venus; *Venus;* der zweite Planet uns-
res Sonnensystems, der unmittelbar auf Mercur, den nächsten
bei der Sonne, folgt. Man erkennt ihn an seinem blenden-
Lichte, durch das er oft selbst am hellen Tage sichtbar w
und bei Nacht, gleich dem Monde, an den von ihm beschie-
nenen Körpern einen Schatten wirft. Dieser Planet ist d
einzige, den HOMER erwähnt, bei dem er[1] κάλλιστος, d
schönste, heifst.

„Hell wie der Stern vorstrahlt in dämmernder Stunde des Melkens,
„Hesperus, der der *schönste* erscheint von den Sternen des Himmels.
(Uebers. von Vofs.)

Diese Benennung, *Hesperus* oder *Vesperugo* (Abendstern), e
hielt er, weil man ihn wahrscheinlich zuerst als einen Wa
delstern um diejenige Zeit erkannte, wo er in den Abendstu
den am westlichen Himmel, nach Untergang der Sonne, i
hellsten Lichte glänzte. Einen ähnlichen hellen Stern e
kannte man auch bald darauf in den Morgenstunden an d
Ostseite des Himmels, wo er dem Aufgange der Sonne vo
herging, daher man diesen *Phosphorus*, Lichtbringer oder Mo
genstern, nannte. Es war vielleicht eine fortgesetzte Aufme
samkeit nöthig, um zu erkennen, dafs beide Sterne nur ei
und derselbe sind. Man sagt, dafs PYTHAGORAS die Iden
tät der beiden Gestirne zuerst erkannt habe. Uebrigens
Mercur gleiche Ansprüche auf diesen Doppelnamen eines M
gen- und Abendsterns, doch zog Venus durch ihren hel
Glanz die Aufmerksamkeit der Menschen besonders auf s
und die spätern Dichter der Griechen, so wie die der Röm
sind voll von dem Lobe ihrer Schönheit.

Qualis ubi oceani perfusus Lucifer unda,
Quem Venus ante alios astrorum diligit ignes,
Extulit os sacrum coelo tenebrasque resolvit.
Virg. Aen. VIII, 589.

---

1 Homer. Il. L. XXII. v. 318.

Dieser Planet erhielt das Zeichen ♀ eines runden Spiegels mit einer kreuzförmigen Handhabe, des nothwendigsten Attributs einer Göttin der Schönheit. In der Mineralogie bezeichnet man damit das Kupfer, weil vielleicht die ersten Spiegel der Alten aus diesem Metalle verfertigt worden sind.

I. Allgemeine Erscheinungen dieses Planeten.

Da sich die sogenannten zwei *untern Planeten*, Mercur und Venus, innerhalb der Erdbahn um die Sonne bewegen, so müssen sie uns dieselben Lichtwechsel (Phasen) zeigen, wie der Mond. Das helle Licht dieser beiden Planeten und ihre stete Nähe bei der Sonne hindert uns, diese Phasen mit freiem Auge zu erkennen. Die Fernröhre, durch welche das die hellen Körper gewöhnlich umgebende parasitische Licht entfernt und dadurch ihre Grenze schärfer bestimmt wird, führten gleich anfangs zu der Entdeckung dieser Phasen, die Galilei schon im J. 1610 zuerst erblickte.

Wenn Venus nach Sonnenuntergang am westlichen Himmel ganz nahe an der östlichen Seite der Sonne steht, wo ihr Durchmesser völlig beleuchtet, aber auch zugleich am kleinsten erscheint (also gleich nach der obern Conjunction), entfernt sie sich in einer directen (gen Ost gerichteten) Bewegung täglich mehr von der Sonne, und wenn sie nahe 47 Grade von derselben absteht, kehrt sie wieder zu ihr zurück. Wenn sie bei diesem Gange zur Sonne derselben gegen 29 Grade nahe gekommen ist, steht sie einige Tage unter den Sternen still, und nimmt dann eine retrograde (westliche) Bewegung an, wobei sie sich der Sonne noch immer mehr nähert, bis sie sich endlich des Abends (zur Zeit der untern Conjunction) ganz in den Sonnenstrahlen verliert. Indeſs hat seit dem Anfange dieser Periode ihr Durchmesser immer zugenommen, während sich das Licht vom östlichen Rande derselben stets mehr zurückzieht, so daſs nur die Westseite beleuchtet erscheint, wie wir dieses beim Monde zur Zeit des ersten Viertels bemerken. Kurz ehe der Planet in den Sonnenstrahlen uns unsichtbar wird, hat er nur die Gestalt einer feinen Lichtsichel, deren convexe Seite westlich oder gegen die Sonne gekehrt ist. Nachdem er uns dann einige Zeit ganz

unsichtbar geblieben ist, sieht man ihn wieder des Morgens vor dem Aufgange der Sonne, aber auf der westlichen Seite der Sonne. Hier erscheint sein Durchmesser am gröfsten, und sein Licht hat wieder die Gestalt einer feinen Sichel, deren convexe Seite aber östlich, d. h. wieder der Sonne zugewendet ist. Indem er sich nun allmälig immer mehr von der Sonne entfernt, wobei seine östliche Beleuchtung wächst, während sein Durchmesser immer abnimmt, geht er, wie zuvor, noch immer, obschon stets langsamer, rückwärts (oder gen West) bis er sich wieder 29 Grade von der Sonne, auf der Westseite derselben, entfernt hat, wo er wieder einige Zeit still zu stehen, d. h. wo er seine von der Erde gesehene Länge gar nicht zu ändern scheint. Gleich darauf fängt er seine directe (gen Ost gerichtete) Bewegung an, entfernt sich aber dabei immer mehr von der Sonne westwärts, bis er wieder 47 Grade westlich von ihr steht, worauf er sich der Sonne wieder so lange nähert, bis er sich endlich in ihren Strahlen (zur Zeit der obern Conjunction) verliert, und von da an wieder dieselbe Periode von Erscheinungen durchläuft, die wir so eben beschrieben haben. In der zweiten Hälfte dieser Periode, von der untern bis zur obern Conjunction mit der Sonne, befindet sich der Planet immer auf der Westseite der Sonne, ist immer auf seiner östlichen Seite beleuchtet und sein Durchmesser, der anfangs am gröfsten war, wird immer kleiner, bis er endlich, in der untern Conjunction, wieder, wie im Anfange jener ganzen Periode, am kleinsten, obschon zugleich ganz erleuchtet ist. Die Dauer dieser ganzen Periode beträgt im Mittel 1 Jahr und 218 Tage. Ein Bild der Aufeinanderfolge dieser Erscheinungen giebt die Zeichnung, wo S
Fig. 245. den Mittelpunct der Sonne, T den der Erde und A, B, C, D den der Venus vorstellen. Im Anfange der erwähnten Periode, d. h. in der obern Conjunction, ist Venus in A, wo die der Erde zugekehrte Hälfte des Planeten ganz erleuchtet ist. In der Mitte der Periode, oder in der untern Conjunction, ist Venus in C, und hier ist die der Erde zugewendete Seite ganz dunkel. Dort ist der scheinbare Halbmesser (oder der Winkel aTb) am kleinsten, hier ist er gleich a'Tb' oder am gröfsten. Im ersten Viertel ist Venus in B, und hier erscheint die westliche Hälfte derselben beleuchtet, im letzten Viertel oder in D aber die östliche Hälfte derselben. In der gröfsten

Elongation ist Venus in E oder in F, wo TE und TF die durch die Erde T gehende Tangente der Planetenbahn bezeichnen. Wird diese Bahn kreisförmig angenommen, so ist der Winkel TSE = TSF ein rechter Winkel. Wenn die Erde in T fest stände, so würde sich in den Puncten E und F die Venus für einige Zeit in der Richtung dieser zur Erde gehenden Tangenten ET oder FT aufhalten oder sie würde in Beziehung auf die Fixsterne einige Zeit still zu stehn scheinen; aber die Erde bewegt sich in dieser Zeit von T nach t, nach der rechten Seite, und dieses ist die Ursache, daſs sich der Planet E umgekehrt nach der linken Seite zu bewegen scheint, also noch immer seine directe oder östliche Bewegung beibehält, die er von A bis E durch den Bogen ABE gehabt hat. Allein einige Tage darauf wird der Fall eintreten, daſs die tägliche Bewegung ee' des Planeten und die tägliche Be- Fig. 246. wegung aa' der Erde so beschaffen sind, daſs die beiden Gesichtslinien ae und a'e' einander parallel sind, und dann wird uns der Planet, während er von e nach e' geht, in Beziehung auf die Fixsterne einige Zeit still zu stehn scheinen. Da aber die tägliche Bewegung ee' der Venus nur um ihren sechsten Theil gröſser ist, als die tägliche Bewegung aa' der Erde, so muſs auch die Richtung ee' nahe parallel seyn mit der Richtung aa', wenn die Gesichtslinien ae und a'e' unter sich parallel seyn sollen, und dieses geschieht erst drei Wochen vor oder nach der untern Conjunction in C. Dasselbe gilt auch von den Gesichtslinien bf und b'f' nach dieser Conjunction. Zwischen den beiden Puncten e und f scheint also der Planet, von der Erde gesehn, rückwärts oder gen West zu gehn, während er durch den ganzen übrigen, die obere Conjunction einschlieſsenden Bogen seiner Bahn vorwärts oder gen Ost zu gehn scheint.

II. Bestimmung der Stillstandspuncte der Venus.

Um diese Puncte e und f des geocentrischen Stillstandes genauer, durch Rechnung, zu finden, sey S die Sonne, P der Fig. 247. Planet und T die Erde. Nehmen wir den Halbmesser ST der Erdbahn zur Einheit und setzen wir den Halbmesser SP der Planetenbahn = a, den Winkel SPT = π und den

Winkel STP $= y$, wo also y die Elongation und π die liche Parallaxe bezeichnet, so erhalten wir

$$\text{Sin.}\, y = a\ \text{Sin.}\,\pi.$$

Bezeichnen aber l und λ die heliocentrische und geocent Länge des Planeten und L die heliocentrische Länge der so ist

$$\pi = \lambda - l$$

und

$$y = 180^\circ - (\lambda - L),$$

also auch

$$\text{Sin.}\,(\lambda - L) = a\,\text{Sin.}\,(\lambda - l).$$

Differentiirt man diese Gleichung in Beziehung auf l, λ u und setzt dann das Differential von λ gleich 0, so man

$$\frac{\partial l}{\partial L} = \frac{\text{Cos.}\,(\lambda - L)}{a\,\text{Cos.}\,(\lambda - l)} \text{ oder } \frac{\partial l}{\partial L} = -\frac{\text{Tang.}\,\pi}{\text{Tang.}\,y}.$$

Sind aber t und T die Umlaufszeiten des Planeten und Erde, so ist

$$\frac{\partial l}{\partial L} = \frac{T}{t}$$

und überdiefs nach dem dritten Gesetze Kepler's $T^2 a^3$ so dafs demnach die obige Gleichung in die folgende i geht

$$\text{Tang.}\, y = -a^{\frac{3}{2}}.\,\text{Tang.}\,\pi.$$

Eliminirt man aus dieser und aus der obigen Gleic $\text{Sin.}\, y = a\ \text{Sin.}\,\pi$ die Gröfse π, so erhält man

$$\text{Tang.}\, y = \frac{a}{\sqrt{1 + a}}$$

und diese Gleichung giebt die Elongation y für den Still des Planeten in geocentrischer Länge, wenn man die Ex tricität und die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik verr lässigt. Setzt man in der letzten Gleichung für a s gröfsten und kleinsten elliptischen Werth, so erhält $y = 29^\circ\ 30'$ und $y = 27^\circ\ 40'$ für die Elongation der V im Augenblick des Stillstandes oder für die Elongation ses Planeten am Anfange und am Ende seiner retrograder wegung. Der Bogen, den der Planet zwischen diesen b Zeitpuncten beschreibt, ist $16^\circ\ 31'$ oder $15^\circ\ 20'$, unc

Dauer dieser rückgängigen Bewegung beträgt 43 und 41 Tage. Endlich ist die gröſste Elongation y', welche die Venus von der Sonne annehmen kann, für den einen Fall 47° 18' und für den andern 45° 24', wie man aus der Gleichung Sin. $y' = a$ oder Tang. $y' = \frac{a}{\sqrt{1-a^2}}$ findet[1].

III. Elemente dieses Planeten und seiner Bahn.

Nach den neuesten Bestimmungen ist die halbe groſse Axe der Venusbahn 0,7233317 Halbmesser der Erdbahn. Nimmt man den letztern nach Encke's neuesten Bestimmungen zu 20665840 geogr. Meilen an, deren 15 auf einen Grad des Aequators gehn, so erhält man für die halbe groſse Axe der Venusbahn 16348000 Meilen. Die Excentricität dieser Bahn beträgt 0,006862 der Halbaxe der Bahn oder 103000 geogr. Meilen. Demnach ist die gröſste *Entfernung* der Venus von der Sonne 16451000, die mittlere 16348000 und die kleinste 16245000 Meilen. Viel mehr verschieden aber sind die Entfernungen dieses Planeten von der Erde. Um dieselben der Kürze wegen nur in Millionen von Meilen anzugeben, ist diese Entfernung der Venus von der Erde

	in der obern Conjunction	in der untern Conjunction
gröſste . . .	35 Mill.	6 Mill.
mittlere . . .	$34\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$
kleinste . . .	34	5

so daſs also ihre Entfernung von der Erde von 5 bis auf 35 Millionen Meilen steigen kann. Die *Umlaufszeiten* dieses Planeten um die Sonne sind:

	Tage	
die siderische	224, 70078	oder 224 Tage 16h 49' 7"
die tropische	224, 69543	... 224 ... 16 41 25
die synodische	583, 92	... 1 Jahr 218 Tage 16h.

Daraus folgt die mittlere tropische Bewegung der Venus in

1 Umständlicher findet man diesen Gegenstand erörtert in Littrow's theor. und pract. Astron. Bd. II. S. 103.

einem Tage 1° 36′ 7″,8. Die *Epoche* oder die mittlere derselben für den 1. Januar 1800 im mittlern Mittag vo ris ist 146° 44′ 55″,8, und die *Länge des Periheliums* Bahn für dieselbe Zeit 123° 43′ 6″,0 mit der säculäre pischen Aenderung von + 4698″; die *Länge* des aufst den Knotens 74° 51′ 41″ mit der säculären tropischen derung von + 2972″; endlich die *Neigung* der Bah gen die Ekliptik 3° 23′ 28″,5 mit der säculären Zu von 7″,2. Das Zeichen + bei dem Perihel und Knote deutet den Zuwachs oder den Gang derselben gegen In Beziehung auf den Aequator der Erde ist die *Recta sion* des aufsteigenden Knotens der Venusbahn 7° 58 und die *Neigung* derselben 24° 33′ 21″; in Beziehun den Sonnenäquator aber ist die Rectascension des aufst den Knotens 242° 45′ und die Neigung 4° 9′. Der *Durchmesser* der Venus ist 0,985, die *Oberfläche* 0,970 das *Volumen* derselben endlich 0,96 von dem der Erd der Durchmesser der Venus beträgt 1694 geogr. Meilen Oberfläche 9003000 Quadratmeilen und das Volumen 25527 Kubikmeilen. Der *scheinbare Durchmesser* dieses Pl aber oder der Winkel, unter welchem er von der Erde g wird, beträgt

in der gröfsten Distanz	.....	9″,4
mittlern	....	17″,0
kleinsten	....	62″,0

Die *Masse* der Venus beträgt nur $\frac{1}{401211}$ der Sonnenmass $\frac{88}{100}$ der Erdmasse. Die Dichtigkeit dieser Masse ist $\frac{92}{100}$ der der Erde oder die Dichte der Venusmasse ist 4,5 der Dich reinen Wassers. Auf der Oberfläche der Venus fallen die I in der ersten Secunde durch den Raum von 13,739 Par. während dieser Fall auf der Oberfläche der Erde am A tor derselben bekanntlich 15,098 Par. Fufs beträgt. Die lere Geschwindigkeit, mit welcher sich dieser Planet i ner Bahn bewegt, beträgt 4,9 Meilen oder 111800 Par in einer Secunde, während die der Erde 4,1 Meile 93544 Fufs ist. Daraus folgt, dafs Venus in ihrer mittle wegung um die Sonne während jeder Secunde um Par. Linien gegen die Sonne fällt, während dieser Fa der Erde 1,27 und beim Uranus nur 0,003 Par. Linie

zeigt. Die *Rotation* des Planeten um seine Axe wird zu 0,973 Tagen oder zu 23 Stunden 21 Min. angenommen. Endlich ist das mittlere Verhältnifs des Lichts und der Wärme auf der Oberfläche der Venus zu dem auf der Erde 1,9 zu 1 oder nahe das Doppelte von dem der Erde.

Diese Rotation der Venus erkennt man, wie bei allen andern Planeten, aus den Flecken, welche Venus auf ihrer Oberfläche zeigt. Allein diese Flecken sind bei der Venus nur schwer mit einiger Deutlichkeit zu erkennen, was vielleicht von ihrer Beschaffenheit kommt, die sehr wenig von der der übrigen Oberfläche verschieden seyn mag, was aber noch einen andern Grund in dem blendenden Lichte dieses Planeten, so wie auch darin hat, dafs er immer nur kurze Zeit vor dem Aufgange und nach dem Untergange der Sonne und zwar auch da nur in der Nähe des Horizonts beobachtet werden kann. D. Cassini, der im J. 1666 diese Flecken zuerst wahrnahm, folgerte daraus die Umdrehung der Venus zu 24 Stunden, wie die unserer Erde, Bianchini[1] dagegen, der diese Flecken durch sehr lange Fernröhre beobachtet hatte, fand ein ganz anderes Resultat. Nach ihm soll diese Rotationszeit nicht 24 Stunden, sondern 24 Tage betragen. Die k. Akademie der Wissenschaften zu Petersburg hatte auf die genaue Bestimmung dieser Zeit zweimal einen Preis ausgesetzt, aber keine Abhandlung darüber erhalten. Schröter[2], der diesen Gegenstand lange und eifrig verfolgte, fand aus seinen Beobachtungen der Venusflecken diese Rotationszeit $= 23^h\ 28'$ und aus den Beobachtungen der hohen Berge dieses Planeten dieselbe $23^h\ 21'$.

IV. Phasen der Venus.

Es ist bereits oben gesagt worden, dafs dieser Planet uns ähnliche Lichtwechsel zeigt, wie der Mond. Galilei hat zuerst diese Phasen im J. 1610 gleich nach der Erfindung des Fernrohrs gesehen und sie in seinem *Nuntius sidereus* bekannt gemacht. Er und Kepler gebrauchten diese Erscheinungen als einen Hauptbeweis, dafs die Venus, dem Coper-

1 Hesperi et Phosphori nova phaenomena. Romae 1728. Cap. V.
2 Aphroditographische Fragmente. Helmst. 1796. S. 17. 42.

nicanischen Systeme gemäfs, um die Sonne, nicht aber um d
Erde gehe. Um die Gestalt dieser Phasen für jeden Punct d
Fig. 248. Venus in ihrer Bahn zu bestimmen, sey T der Mittelpu
der Erde, S der der Sonne und V der der Venus. Man ziehe
auf SV und cd auf TV, so wie ag auf cd senkrecht. D
kreisförmige Grenze des uns sichtbaren Theils der Oberflä
der Venus erscheint uns, wegen ihrer schiefen Lage ge
unsere Gesichtslinie, als eine Ellipse, deren halbe grofse u
kleine Axe a und b seyn sollen. Dieses vorausgesetzt wi
also Va = Vc = a und Vg = b seyn, so dafs man hat

$$\frac{b}{a} = \text{Cos. } cVa = \text{Sin. } SVc.$$

Es ist aber

$$SVc = SVT - 90°,$$

also ist auch

$$\frac{b}{a} = -\text{Cos. } SVT \ldots (I)$$

oder die Gröfse $\frac{b}{a}$ ist gleich dem Cosinus der jährlichen Par
laxe SVT des Planeten. Für den Mond, dessen Entfernu
von der Erde viel kleiner ist, als die Distanz der Sonne v
der Erde, kann man ohne merklichen Fehler die beiden I
nien SV und ST einander parallel annehmen. Dadurch wi
SVT = 180° — T, also auch die vorige Gleichung

$$\frac{b}{a} = \text{Cos. } T \ldots (II),$$

wo T der Winkel der Elongation an der Erde ist. Dara
folgt auch

$$\frac{a-b}{a} = 1 - \text{Cos. } T = 2 \text{Sin.}^2 \tfrac{1}{2} T.$$

V. Gröfstes Licht der Venus.

Dieser Planet zeigt uns in der obern Conjunction sei
ganze erleuchtete Hälfte und hier sollten wir ihn also au
am hellsten sehn. Allein in der obern Conjunction ist er au
zugleich am weitesten von uns entfernt und daher am klei
sten, so wie sein Licht hier von dem der zu nahen Son
beträchtlich absorbirt wird. Durch diese beiden Ursachen wi
das Licht desselben wieder sehr geschwächt.

Um die Elongation der Venus zu finden, für welche ihr t, von der Erde gesehn, am hellsten erscheint, sey F die fläche des Planeten und f die uns zugekehrte Fläche ihbeleuchteten Theils, so wie V und T die Winkel an der nus und der Erde in dem Dreiecke zwischen diesen zwei rpern und der Sonne, so hat man nach dem Vorhergeden

$$\frac{f}{F}=\frac{1+\text{Cos.}\,V}{2} \text{ und überdieſs } F=\frac{1}{\varrho^2},$$

ϱ die Distanz der Venus von der Erde bezeichnet, also h

$$f.\varrho^2=\text{Cos.}^2\tfrac{1}{2}V.$$

ferentiirt man diesen Ausdruck und setzt $\partial f=0$, so ält man

$$\frac{\partial\varrho}{\varrho\partial V}=-\tfrac{1}{2}\text{Tang.}\tfrac{1}{2}V.$$

aber R und r die Distanz der Erde und der Venus von Sonne, so hat man

$$R^2=r^2+\varrho^2-2r\varrho\,\text{Cos.}\,V,$$

o auch, da R und r constant oder die Bahnen der Erde und Planeten kreisförmig angenommen werden,

$$\frac{\partial\varrho}{\varrho\partial V}=\frac{r\,\text{Sin.}\,V}{r\,\text{Cos.}\,V-\varrho}=-\text{Tang.}\,T.$$

zt man beide Werthe von $\frac{\partial\varrho}{\varrho\partial V}$ einander gleich, so erhält n

$$2\,\text{Tang.}\,T=\text{Tang.}\tfrac{1}{2}V.$$

ist aber auch allgemein

$$\text{Sin.}\,T=\frac{r}{R}\,\text{Sin.}\,V.$$

iminirt man aus diesen beiden Gleichungen die Gröſse V, erhält man

$$\text{Cos.}\,T=\frac{2r}{3R}\left[\sqrt{1+\frac{3R^2}{r^2}}-1\right]\;\ldots\;\text{(III)}$$

d diese Gleichung giebt die Elongation T oder den Win- an der Erde für die Zeit des gröſsten Lichts der Venus. Will man noch die Entfernung ϱ der Erde von dem Planeten r dieselbe Zeit haben, so ist

$$r^2 = R^2 + \varrho^2 - 2R\varrho \operatorname{Cos.} T,$$

woraus folgt

$$\varrho = R \operatorname{Cos.} T + \sqrt{r^2 - R^2 \operatorname{Sin.}^2 T}$$

oder, wenn man hierin den Werth von T aus (III) su-
stituirt,

$$\varrho = -2r + \sqrt{3R^2 + r^2} \quad \ldots \quad \text{(IV)}$$

Setzt man Venus und Erde in ihren mittleren Distanzen v
der Sonne, also $R = 1$ und $r = 0{,}7233$, so findet man a
den Gleichungen (III) und (IV)

$$T = 39^\circ\ 43' \text{ und } \varrho = 0{,}43.$$

Das gröſste Licht der Venus hat also bei der Elongation v
39° 43′ zu beiden Seiten der untern Conjunction St
Der scheinbare Durchmesser dieses Planeten, der in der u
tern Conjunction 62″ beträgt, ist hier nur 40″, und der b
leuchtete Theil desselben beträgt sogar nur 10″, aber di
zehn Secunden reichen doch schon hin, den Planeten in d
sem Puncte seiner Bahn für die Erde in dem glänzende
Lichte erscheinen zu lassen.

VI. Oberfläche der Venus.

Da die Lichtgrenze dieses Planeten nie rein abgeschnitt
sondern immer sehr ausgezackt erscheint, so werden auch
seiner Oberfläche viele Berge und Thäler anzutreffen seyn. B
sonders deutlich erkennt man ihre Wirkung an den bei
Enden der sichelförmigen Phasen, die bald sehr zugespi
bald sehr abgerundet erscheinen; auch bemerkt man oft a
in beträchtlicher Entfernung von der Lichtgrenze, in
Nachtseite der Venus, isolirte hellleuchtende Puncte, die
fenbar von hohen Bergen kommen, deren Gipfel von
Sonne vergoldet werden, wenn ihr Fuſs noch in dem Sc
ten der Nacht ruht. Sehr merkwürdig ist die ungemeine H
dieser Berge auf der Venus. Schröter hat in seinen aph
Fragmenten Tab. VIII. eine Charte mitgetheilt, worauf
vorzüglichsten Berghöhen der Erde, des Mondes und der
nus zur Uebersicht zusammengestellt werden. Auf der E
hat z. B.

der Pic von Teneriffa nach SCHRÖTER 1904 Toisen
der Montblanc 2390
der Chimboraço 3350
der Dhawalagiri 4025

Auf unserm Monde soll die Höhe des Huyghens 3600 und die des Leibnitz 4200 T. betragen; auf der Venus aber fand er folgende Berghöhen:

am 21. Febr. 1790 (§. 16.) . . . Höhe 6500 Toisen
- 20. Dec. 1794 (§. 158.) 9000
- 12. März 1790 (§. 14.) 9500
- 31. Jan. 1790 (§. 14.) 16000
- 15. Dec. 1791 (§. 37.) 22300

so dafs also der letzte dieser Berge mehr als viermal höher ist, als der höchste Berg der Erde. Auch auf diesem Planeten, wie auf der Erde, sind die meisten und höchsten Berge auf der südlichen Hemisphäre, wo sie, gleich unsern Cordilleren, oft Ketten von 200 Meilen Länge bilden. Es ist auffallend, dafs bei allen Planeten, die wir in dieser Beziehung näher untersuchen können, die südliche Hemisphäre immer auch die gebirgigere und die kältere ist, so dafs Süd und Nord in unserm Weltsysteme nicht blofs eine rein mathematische Unterscheidung begründen, sondern auch in ihren physischen Eigenschaften wesentlich von einander verschieden zu seyn scheinen, etwa wie bei dem Magnetismus der Erde, was auch FRANKLIN schon behauptet hat.

Die Beobachtungen SCHRÖTER's lassen die Existenz einer beträchtlichen *Atmosphäre* dieses Planeten nicht weiter bezweifeln. Er schliefst ihr Daseyn vorzüglich aus der starken Dämmerung, die er auf diesem Planeten beobachtet hat, und aus dem zur allmäligen Uebergange der beleuchteten Seite in die dunkle. Die Höhe der Atmosphäre, die er daraus ableitet, bis an der Grenze, wo sie das Licht noch merklich zurückwirft, schätzt SCHRÖTER auf 39000 Fufs, während sie bei der Erde nur 28000 Fufs betragen soll.

Der *Aequator* der Venus soll nach einigen, aber nicht eben sehr verläfslichen Beobachtungen volle 72 Grade gegen die Ebene der Bahn geneigt seyn, so dafs daher auf diesem Planeten die Schiefe der Ekliptik mehr als dreimal gröfser seyn würde, als auf der Erde. Wegen dieser Einrichtung erstreckt

sich auf der Venus die heifse Zone, in welcher die Son wenigstens einmal des Jahres im Zenith des Beobachters ste vom Aequator zu beiden Seiten bis auf 72 Grade. Da al auch einem grofsen Theile dieser Zone die Sonne im Win durch mehrere Monate gar nicht aufgeht, so wird man di Theile der heifsen Zone auch zugleich zur kalten zählen m sen, wenn man die gewöhnliche Definition der Ausdr *heifse* und *kalte Zone* beibehalten will, so dafs sich also der Venus die beiden extremen Zonen beinahe ganz ver schen und für die *gemäfsigte* nur ein schmaler Streifen üb bleibt. Selbst in der Mitte der beiden kalten Zonen oder den zwei Polen selbst wird sich die Sonne im Sommer n bis zu einer Höhe von 72 Graden erheben, und die Bewo ner des Aequators, in der Mitte der heifsen Zone, werd die Sonne im Winter nur in der geringen Höhe von 18 Gr den über ihrem Horizonte erblicken. Dadurch werden de nach in den Erscheinungen des Klima's und der Jahreszeit Veränderungen auf der Venus hervorgebracht, die den B wohnern der Erde ganz unbekannt sind.

VII. Mond der Venus.

In frühern Zeiten hat man viel von einem Monde gespr chen, der die Venus auf ihrem Wege um die Sonne begle ten soll. Die dahin gehörigen Beobachtungen sind von D minik Cassini im J. 1686 und auch schon früher im J. 167 von Short in England 1740 und von Montaigne 176 Aeltere des Franz Fontana vom Jahre 1646 werden, w Kästner zeigte, sehr unrichtig als Wahrnehmungen ein Venustrabanten angeführt, da sie sich blofs auf Abbildung der durch ein schlechtes Fernrohr betrachteten Venus grü den. Wargentin beobachtete die Venus zu derselben Z mit Montaigne, ohne den Mond zu sehn, und schon wundert sich, dafs man ihn in neunzig Jahren nur dreim und immer nur gleichsam in der Eile gesehn habe. Da m ihn seitdem nicht wieder, auch nicht einmal bei den beid Durchgängen der Venus vor der Sonne in den Jahren 17 und 1769, gesehn hat, und da überhaupt alle weitere Bemü hungen der Astronomen, ihn aufzufinden, vergebens gewese sind, so ist jetzt der allgemeine Glaube, dafs jene Ersche

ungen auf optischen Täuschungen beruhn. Hell's Meinung[1], daſs sich bei Betrachtung dieses so hell glänzenden Planeten sein Bild auf der Pupille entwerfe, welches sich wieder in dem Augenglase des Fernrohrs spiegele und dadurch Veranlassung zu jener Wahrnehmung gegeben habe, ist längst als unwahrscheinlich verworfen worden. Eine solche Spiegelung könnte leichter unmittelbar von den polirten Glaslinsen des Fernrohrs kommen, besonders wenn diese, wie es früher wohl öfter der Fall war, nicht ganz senkrecht auf der optischen Axe des Fernrohrs stehn. Als Wargentin in Stockholm einmal bei einem andern Planeten eine ähnliche Täuschung sah, drehte er das Fernrohr um seine Axe und sah dabei auch den vermeinten Mond sich um den Planeten drehn. Indeſs war Lambert[2] in Berlin von der Wahrheit jener Beobachtungen so überzeugt, daſs er aus den Angaben jener Astronomen die Elemente und die Tafeln des Venusmondes abzuleiten suchte. Er fand aus diesen Beobachtungen, daſs der Satellit seiner groſsen Breite wegen bei den Durchgängen der Venus von 1761 und 1769 auf der Sonnenscheibe nicht sichtbar seyn konnte, daſs er aber bei der damals nahe bevorstehenden Conjunction am 1sten Junius 1777 sich auf der Sonne projiciren müsse. Allein die Astronomen haben ihn auch zu dieser Zeit vergebens gesucht. König Friedrich II. wollte diesen Mond, zu Ehren seines gelehrten Freundes dieses Namens, D'Alembert genannt wissen. Allein dieser zog sich von dieser königlichen Gunstbezeugung mit den Worten zurück: „*Je ne suis ni assez grand pour devenir au ciel le satellite de Venus, ni assez jeune, pour l'être sur la terre, et je me trouve trop bien du peu de place, que je tiens de ce bas monde, pour en ambitionner une au firmament.*"

VIII. Durchgänge der Venus vor der Sonne.

Wenn die untere Conjunction der Venus in der Nähe der Knoten ihrer Bahn statt hat, so sieht man diesen Planeten als einen runden schwarzen Fleck auf dem hellen Hintergrunde der Sonnenscheibe von Ost gen West vorüberziehn. Diese Er-

1 Ephem. Vienn. 1766. Append.
2 Mém. de Berlin. 1773. Berliner Ephemeriden 1777.

scheinung wird ein *Durchgang* der Venus genannt, und d
Beobachtung desselben gehört zu den wichtigsten in der As
nomie, weil sie das beste, wohl das einzige Mittel giebt, d
Distanz der Sonne von der Erde mit Genauigkeit kennen z
lernen. Die Alten kannten schon eine Methode, diese Di
stanz durch Beobachtungen zu bestimmen, und sie macht il
rem Scharfsinn Ehre, da sie vollkommen theoretisch ric
aber leider praktisch unausführbar ist. Diese Methode w
dem ARISTARCH von Samos zugeschrieben. Dieser beme
nämlich, dafs zur Zeit der beiden Viertel des Mondes, in de
Augenblicke, wo die Lichtgrenze desselben eine gerade Li
ist, der Winkel am Monde in dem Dreiecke zwischen il
der Erde und der Sonne ein rechter Winkel seyn müs
Ist also r die Entfernung des Monds und R die der Son
von der Erde, und nennt man Δ den Winkel, unter welch
in jenem Augenblicke dem Beobachter auf der Erde der Mo
von der Sonne absteht, so hat man in jenem rechtwinklig
Dreiecke

$$r = R \operatorname{Cos.} \Delta.$$

Ist aber p und P die Horizontalparallaxe des Monds und d
Sonne, so hat man[1]

$$\operatorname{Sin.} p = \frac{1}{r} \text{ und } \operatorname{Sin.} P = \frac{1}{R},$$

wenn der Halbmesser der Erde gleich der Einheit gesetzt wi
Dadurch geht die vorhergehende Gleichung in die folgen
über

$$\operatorname{Sin.} P = \operatorname{Sin.} p \operatorname{Cos.} \Delta,$$

und man sieht daraus, dafs man die Horizontalparallaxe P d
Sonne finden kann, wenn man die Horizontalparallaxe p d
Mondes und den Winkel Δ aus den Beobachtungen ken
oder eigentlich, dafs man aus dem blofsen beobachteten W
kel Δ auch sofort das Verhältnifs $\frac{R}{r}$ der Distanzen der Son
und des Mondes von der Erde erhält, und dieses Verhältn
ist es, was man eigentlich sucht. Differentiirt man aber
letzte Gleichung in Beziehung auf alle in ihr enthaltenen G
fsen, so findet man

$$\partial P = \partial p \frac{\operatorname{Tang.} P}{\operatorname{Tang.} p} - \partial \Delta \operatorname{Tang.} P \operatorname{Tang.} \Delta.$$

1 S. Art. *Parallaxe*. Bd. VII. S. 287.

Nun ist aber P, wie jetzt bekannt, $= 8'',5$ und $p = 0° \; 57' \; 34''$. In dem erwähnten rechtwinkligen Dreiecke ist überdiefs der Winkel an der Sonne nahe 0° 8′, also auch der Winkel an der Erde oder $\varDelta = 89° \; 52'$, so dafs man daher hat

$$\partial P = 0{,}002 \, \partial p - 0{,}018 \, \partial \varDelta .$$

Nun ist für unsere Zeiten die Mondparallaxe p wohl bis auf eine Secunde bekannt und sonach bleibt blofs der Fehler, den man bei der Beobachtung des Winkels $\varDelta$ begehn kann, noch übrig. Unsere neueren Instrumente würden nun wohl diesen Winkel auch mit sehr grofser Genauigkeit geben, allein die Wahl des Augenblicks, in welchem er gemessen werden soll, ist noch grofsen Fehlern blofsgestellt. Wegen der Ungleichheiten der Oberfläche dieses Satelliten ist es nämlich sehr schwer, den Augenblick mit Schärfe zu bestimmen, in welchem die Lichtgrenze eine gerade Linie ist. Da der Mond in seiner mittleren Bewegung in jeder Zeitminute sich durch 33 Raumsecunden bewegt, so würden wir, wenn wir die Wahl jenes Augenblicks um 10 Zeitminuten irrig nehmen, $\partial \varDelta = 330''$ und daher

$$\partial P = - 0{,}018 \, \partial \varDelta = 5'',9,$$

also die Sonnenparallaxe schon über die Hälfte zu grofs oder zu klein finden. Aristarch aber mufs mit seinen noch sehr unvollkommnen Instrumenten viel gröfsere Fehler gemacht haben, da er das Verhältnifs der Distanz der Sonne und des Monds von der Erde

$$\frac{R}{r} = 18$$

fand, da er doch, wie wir jetzt wissen, dasselbe gleich 400, also volle 22 Mal gröfser hätte finden sollen, als er es nach seinen Beobachtungen bestimmte.

Dennoch blieb diese Methode bis zu Newton's Zeiten die einzige, durch welche man die Distanz der Sonne von der Erde bestimmen konnte, bis endlich im Jahre 1677 Halley zuerst die Entdeckung machte, dafs die Vorübergänge der Venus zu diesem Zwecke ungleich geeigneter sind, wie wir im Folgenden sehn werden.

Venus geht zwar alle neunzehn Monate einmal zwischen der Erde und der Sonne hindurch, aber wegen der Neigung ihrer Bahn von 3° 23′ und wegen ihrer zu dieser Zeit immer

sehr grofsen Annäherung zur Erde geht sie dann meist über oder unter der Sonne weg und erscheint daher ni vor der Sonnenscheibe. Das Letztere ist nur dann mögl wenn ihre Entfernung vom Knoten nicht gröfser als 1° ist. Beim Mercur (der ebenfalls solche Durchgänge zeigt) diese Grenze gleich 3½ Grad, weshalb für diesen Planeten Durchgänge vor der Sonne viel häufiger sind, als für die nus; allein sie sind auch zugleich viel weniger geschickt Bestimmung der Sonnendistanz. Die Jahre der nächstverg genen und künftigen Zeiten, in welchen ein solcher Dur gang der Venus statt fand oder finden wird, sind folgende:

1631	im	December	1874	im	December
1639	-	December	1882	-	December
1761	-	Juni	2004	-	Juni
1769	-	Juni	2012	-	Juni

Man sieht, dafs hier zwei oder eigentlich drei Perioden be obachtet werden, in welchen die Intervalle 8 und 105 un 122 Jahre sind. Kepler war der erste, der aus seinen ei genen Tafeln der Sonne und der Venus die beiden Durc gänge von 1631 und 1639 verkündigte, aber ohne ihre grofs Wichtigkeit zur Bestimmung der Sonnenparallaxe zu kenne Der erste Durchgang, von 1631, wurde nicht gesehn, so se sich auch Gassendi darum bemühte, der durch ein Verseh seines Gehülfen um die Frucht seiner Beobachtung gebrac wurde. Der zweite Durchgang, von 1639, wurde allein v Horrox in England beobachtet, einem jungen Manne, von de sen vorzüglichen Talenten selbst Newton mit hoher Achtu sprach, der aber den Wissenschaften durch einen viel zu früh Tod in der Blüthe seiner Jahre entrissen worden ist. Dieses i überhaupt der erste Durchgang, welcher beobachtet worden i da Erscheinungen dieser Art vor der Verbesserung unserer T feln nicht wohl vorausgesagt und vor der Entdeckung d Fernröhre auch nicht gut beobachtet werden konnten.

Achtunddreifsig Jahre später beobachtete der englisc Astronom Edmund Halley, der Zeitgenosse und Freu Newton's, den Durchgang des Mercur im J. 1677 auf d Insel St. Helena im atlantischen Meere, einem Orte, der in u sern Tagen durch ein Ereignifs ganz anderer Art berühmt g worden ist. Bei dieser Gelegenheit war es, dafs Halley d Wichtigkeit der Venusdurchgänge erkannte und auch ba

in einer eigenen Abhandlung der Akademie der Wis-
ſten zu London mittheilte. Er sagt darin, daſs man
sem Wege, wenn man nur die rechten Orte für die Be-
tung und die rechte Methode für die Berechnung dieser
chtungen anwendet, die Sonnenparallaxe bis auf ihren
derttsten Theil genau bestimmen kann, während die
men, welche diese Parallaxe bis dahin unmittelbar mit
Instrumenten messen wollten, dieselbe bald viel zu
bald gleich Null, und zuweilen sogar negativ fanden.
merkte," fährt er fort, „bei meiner Beobachtung Mercurs
r Sonne in St. Helena sehr bald, daſs sich die Ein-
ustritte des rabenschwarzen Planeten auf der hellen
scheibe mit der äuſsersten Genauigkeit beobachten las-
nd dabei fiel mir sogleich ein, daſs man durch diese
htungen auch die Sonnenparallaxe sehr genau finden
, wenn nur Mercur etwas näher zur Erde gerückt wer-
nnte. Allein bei der Venus ist dieses in der That der
nd da sie uns in ihrer untern Conjunction so ungemein
ommt, so wird sie schon sehr merklich auf die Zeiten
ken, zu welchen ihre Ein- und Austritte an verschie-
Orten der Oberfläche der Erde gesehn werden, daher
man auch wieder umgekehrt aus den groſsen Differen-
ser Zeiten die Differenz der Entfernungen oder, was
e ist, die Differenz der Parallaxen der Sonne und des
s mit groſser Sicherheit wird bestimmen können." Nach-
Halley im Verfolge seiner Abhandlung den erstfol-
Durchgang der Venus von 1761 vorausgesagt und die
wo er am besten beobachtet werden würde, bestimmt,
h aber gezeigt hatte, wie man aus diesen Beobachtun-
e Sonnenparallaxe ableiten könne, beschlieſst er seine
llung mit den Worten: „Möge dieses höchstwichtige
nen des Jahrs 1761, das ich nicht so glücklich seyn
u erleben, von meinen Nachfolgern recht fleiſsig be-
t werden, möge ihnen der Himmel die günstigste Wit-
dazu gönnen, und mögen sie dann auch, wenn sie ih-
weck glücklich erreicht und die Entfernung der Sonne
s auf das beste bestimmt haben, nicht vergessen, daſs
Engländer gewesen ist, der diese glückliche Idee zuerst
und vorgeschlagen hat." Diese Aufforderung verfehlte
Zweck nicht. Um den Durchgang von 1761 und den

noch vortheilhaftern von 1769 auf das vollständigste zu j
nem Zwecke zu benutzen, sah man die aufgeklärtesten R
genten Europa's wetteifern, mit grofsen Kosten ihre Astron
men in die entferntesten Theile der Welt zu schicken. D
meisten derselben haben ihre Beobachtungen glücklich volle
det, ihre vollständige Berechnung aber wurde erst vor einig
Jahren von ENCKE ausgeführt, der als Endresultat die Sonne
parallaxe am Horizont und am Aequator der Erde, zur Zeit d
mittleren Entfernung derselben von der Erde, gleich 8,57
Secunden gefunden hat, woraus die mittlere Entfernung d
Sonne selbst zu 20666800 geogr. Meilen folgt, deren 15 a
einen Grad des Aequators gehn.

IX. Angemessenheit dieser Durchgänge zu Bestimmung der Sonnenparallaxe.

Um sich einen deutlichen Begriff von dem Verfahren
machen, durch welches man aus jenen Durchgängen die So
Fig. nenparallaxe mit so grofser Genauigkeit bestimmt hat, seyen T
219. und TV zwei Linien, welche den Mittelpunct der Erde
mit dem der Sonne S und dem der Venus V verbinden. Nen
man M den scheinbaren Halbmesser der Sonne und P ih
Horizontalparallaxe, und sind m und p dieselben Gröfsen für d
Venus, so sieht man, wie schon der erste Anblick der Zeic
nung zeigt, im Mittelpuncte der Erde den Anfang des Durc
gangs oder den Eintritt der Venus in den östlichen Sonne
rand, wenn die geocentrische Entfernung der Mittelpuncte
und V gleich der Summe der Halbmesser oder wenn d
Winkel STV = M + m ist. Rückt aber das Auge des B
obachters von dem Mittelpuncte T östlich nach B auf die Obe
fläche der Erde, so wird dadurch die Venus sowohl als au
die Sonne auf die andere Seite oder gen West gerückt e
scheinen, und zwar, wenn beide Gestirne für den Beobacht
B im Horizonte erscheinen, Venus um den Winkel p u
die Sonne um P. Da aber die Parallaxe der Venus viel grö
fser ist, als die der Sonne, so wird Venus in Beziehung a
die als ruhend angenommene Sonne um die Gröfse p —
nach West rücken, also in die Sonne einzutreten scheinen,
dafs an dem Orte B der Erde, der am meisten gen Ost lieg
Venus schon um p — P in der Sonne zu stehn scheint, wei

elpuncte T der Erde erst der Eintritt beobachtet wird. B wird also auch den Eintritt sehn, wenn die geo-he Entfernung beider Ränder noch p — P, also die trische Entfernung der Mittelpuncte A = (M + m) + (p — P) d dieser Ort B sieht offenbar den Eintritt von allen Or-Erde *zuerst*, und da er im östlichen Horizonte der der ugekehrten Hälfte der Erde liegt, so sieht er diesen bei seinem Sonnenuntergange, weil sich die Erde von ach Ost oder von B gegen A dreht. Wäre im Ge-das Auge von T nach der entgegengesetzten eite A ch West gerückt, so würde sich ihm die Venus um gen Ost verrücken, und so wird an dem nach West ten entfernten Orte A der Eintritt unter allen Orten bei Sonnenaufgang erfolgen, und zwar dann erfolgen, enus für den Mittelpunct der Erde schon um p — P Sonne stehend gesehn wird, d. h. wenn die geocentri-tfernung der Mittelpuncte B = (M + m) — (p — P) ist. terschied zwischen diesen beiden Gröſsen A und B ist 2 (p — P) oder der doppelte Unterschied der Parallaxe. stliche Ort A wird also den Eintritt so viel später ls der östliche B, als Venus Zeit gebraucht, sich der m die Gröſse 2 (p — P) zu nähern. Da sich aber die zur Zeit der untern Conjunction, um 234″ in einer nähert und p = 31″, P = 8″ ist, so wird sich Venus ne um 2 (p — P) = 46″ in der Zeit von 12 Minuten und um ebendiese Zeit wird also auch der Ort B tritt früher sehn, als A. So wie sich aber aus dem en Werthe von p — P jene Zeit (um welche ein Ort e den Eintritt früher sieht, als ein anderer) berechnen benso wird sich auch umgekehrt, wenn dieser Zeitun-d der Beobachtungen gegeben ist, daraus der ihm ent-de Werth von p — P berechnen lassen, und man sieht, se Rechnung der Art ist, daſs sie das gesuchte Resul-P noch immer sehr richtig und genau geben wird, wenn die Beobachtung (oder wenn jener Zeitunter-noch beträchtlich fehlerhaft seyn sollte. Darin aber eben der groſse Vortheil dieser Methode. Denn da sehr kleine Gröſse p — P = 23″ durch die Differenz llen 12 Zeitminuten bestimmt werden soll, so wird je-ler in der Beobachtung von einer ganzen Zeitsecunde

den gesuchten Werth von p — P erst um 0,03 einer Raum-
cunde fehlerhaft machen, und man würde also z. B. ein
Fehler in jener Zeitdifferenz von vollen 17 Zeitsecunden
gehn müssen, um die gesuchte Gröſse p — P nur um
halbe Raumsecunde, d. h. um ihren 46sten Theil fehlerhaft
machen. Allein so groſse Fehler sind bei einer Beobacht
ganz unmöglich, wo der schwarze Kreis des Planeten auf
hellen Sonnenscheibe, wie schon oben HALLEY gesagt hat,
scharf gesehn und so genau beobachtet werden kann.

Nicht so vortheilhaft verhält sich dieses beim Mercur.
diesen Planeten ist nämlich $p = 17''$ und $P = 8''$,
$2(p - P) = 18''$, und Mercur nähert sich in seiner
Conjunction um $550''$ in einer Stunde, so daſs er sich
der Sonne um $2(p - P) = 18''$ schon in der Zeit von
Zeitminuten nähern wird und daher ein Fehler in der B
obachtung von einer Zeitsecunde den gesuchten Werth
p — P schon um 0,07 einer Raumsecunde, also nahe dopp
so groſs fehlerhaft machen muſs, als oben bei der Venus.

Durch dieses Verfahren erhält man also bei der Ven
den Werth von $p - P = a$ mit aller nur wünschenswerth
Schärfe. Allein nach dem dritten Kepler'schen Gesetze i
das Verhältniſs der mittlern Entfernungen der Planeten v
der Sonne oder, was dasselbe ist, das Verhältniſs $\frac{p}{P} = b$ d
Parallaxen schon bekannt und zwar, wie aus andern Grü
den erhellt, ebenfalls sehr genau bekannt. Hat man aber d
beiden Gleichungen

$$p - P = a \text{ und } \frac{p}{P} = b,$$

so findet man auch daraus die beiden gesuchten Parallaxen
und P selbst durch die Ausdrücke

$$p = \frac{ab}{b-1} \text{ und } P = \frac{a}{b-1}.$$

Um diesen wichtigen Gegenstand noch von einer andern Sei
deutlich zu machen, so fand man z. B. für den Durchgan
von 1769 durch *Rechnung* bei einer genähert angenommene
Sonnenparallaxe $P = 10''$ die Dauer des ganzen Durchgang
für den Mittelpunct der Erde $T = 6^h\ 20'\ 38''$; für Wardh
in Lappland (Polhöhe $70°\ 22'\ 30''$) fand man dieselbe berech

Dauer $t = 6^h\ 30'\ 54''$, also auch beider Differenz $= 616''$. Dieser Ort ist aber absichtlich gewählt worweil für ihn die Dauer des Durchgangs sehr verschie- von dem, den man aus dem Mittelpuncte der Erde sehn e. Hätte man nun in Wardhus die oben aus bloſsen gefundene Dauer von $6^h\ 30'\ 54''$ auch durch die baren Beobachtungen ebenso groſs gefunden, so würde ein Beweis gewesen seyn, daſs man bei jenen Rech- die Sonnenparallaxe $P = 10''$ richtig angenommen habe, es vorzüglich ist, die auf diese Dauer einen groſsen hat. Allein der Astronom Hell aus Wien, der in jenen Durchgang beobachtete, fand diese *beobachtete* $t' = 6^h\ 29'\ 34'',6$, also die Differenz $t' - T = 536'',6$. terschiede zwischen diesen beiden Differenzen können, man die Beobachtungen und die übrigen Elemente jener als richtig voraussetzt, ihren Grund nur in der richtig angenommenen Sonnenparallaxe von $10''$ haben. nun die Wirkungen eines Fehlers im Allgemeinen Ursachen verhalten, so kann man, wenn man die wahre Sonnenparallaxe gleich P' setzt, annehmen

$$616'' : 536'',6 = 10'' : P',$$

die verbesserte Sonnenparallaxe $P' = 8'',71$ folgt. Um wie genau man auf diese Weise den Werth von P' hat man allgemein

$$P' = \frac{P\,(t' - T)}{t - T}.$$

man an, daſs die beobachtete Dauer t' um $\partial t'$ fehler- y, so ist der daraus entspringende Fehler

$$\partial P' = \frac{P \cdot \partial t'}{t - T}$$

unserm Beispiele

$$\partial P' = \frac{10\,\partial t'}{616} = 0{,}0162\,\partial t',$$

also ein Fehler von einer ganzen Zeitminute in der hteten Dauer oder daſs $\partial t' = 60''$ den Werth von P icht um eine einzige Raumsecunde fehlerhaft machen Allein so groſse Fehler in t' dürfen für unmöglich da eben diese Beobachtungen, wie bereits oben gesagt

worden ist, ihrer Natur nach einer ganz besonderen Schl
fähig sind.

X. Bestimmung der Sonnenparallaxe dur Rechnung.

Obschon das Vorhergehende den Weg zeigt, den a bei der Berechnung dieser Beobachtungen im Allgemeinen e zuschlagen hat, so wird doch die Angabe einer genauern M thode noch wünschenswerth seyn, da diese Bestimmungen den wichtigsten in der Astronomie gehören und da überd die Mittheilungen dieser Methode schon oben (Art. *Umlau zeit*) zugesagt worden ist. Bei den in IX. erwähnten Bere nungen hat man vorausgesetzt, dafs blofs die Sonnenparall oder eigentlich die Differenz der Parallaxen der Sonne u der Venus noch unrichtig sey, während die übrigen Eleme der Venus- und der Sonnenbahn als genau bekannt angeno men wurden, was in der That nicht der Fall ist. Besond ist die Länge und Breite der Venus, so wie ihr Halbmes noch etwas zweifelhaft, und Fehler in diesen drei Gröf können auf das gesuchte Resultat einen oft wichtigen Einfl ausüben.

Sey also für den Augenblick des beobachteten Ein- o Austritts a und p die tabellarische geocentrische Rectascens und Poldistanz der Venus und r der Halbmesser derselb die stündlichen Aenderungen von a und p wollen wir du Da und Dp bezeichnen. Für die Sonne endlich sollen dies ben Gröfsen α, π, ϱ und $D\alpha$, $D\pi$ seyn. Die Differenz Horizontalparallaxe dieser beiden Gestirne, welche die eigentl gesuchte Gröfse unseres Problems ist, wollen wir durch x zeichnen. Ist nun s der Stundenwinkel der Sonne und φ geographische Breite des Beobachtungsortes, so ist, wie m aus dem Vorhergehenden[1] leicht findet, die Parallaxe der Re ascension eines Gestirns

$$p \, . \, \frac{\mathrm{Cos.}\,\varphi \, \mathrm{Sin.}\,s}{\mathrm{Sin.}\,\pi}$$

und die Parallaxe der Poldistanz desselben

1 S. Art. *Parallaxe*. Bd. VII. S. 289.

$$P(\text{Sin.}\,\pi\,\text{Sin.}\,\varphi - \text{Cos.}\,\pi\,\text{Cos.}\,\varphi\,\text{Cos.}\,s),$$

wo P die Horizontalparallaxe des Gestirns bezeichnet.

Setzt man also der Kürze wegen

$$A = \frac{\text{Cos.}\,\varphi\ \text{Sin.}\,s}{\text{Sin.}\,\pi} \text{ und } B = \text{Cos.}\,\varphi\,\text{Cos.}\,\pi\,\text{Cos.}\,s - \text{Sin.}\,\varphi\,\text{Sin.}\,\pi,$$

so hat man, da für die Beobachtungen der Durchgänge beide Gestirne immer sehr nahe an einander stehn, für die Differenz der scheinbaren (durch die Parallaxe veränderten) Differenz der Rectascension der Sonne und der Venus

$$a - \alpha - A.x$$

und für die Differenz der scheinbaren Poldistanzen derselben

$$p - \pi - B.x.$$

Ferner ist die relative geocentrische Bewegung der Venus in Beziehung auf die als stillstehend angenommene Sonne in Rectascension

$$f = \frac{Da - D\alpha}{3600}$$

und die Poldistanz

$$g = \frac{Dp - D\pi}{3600}.$$

Daraus lassen sich aber auch sehr leicht die scheinbaren relativen Bewegungen der Venus f' und g' während einer Secunde ableiten, wenn man in den obigen Ausdrücken von A und B bloß die Gröſse s veränderlich annimmt, wodurch man erhält

$$f' = f - 0{,}000072\,x\,\frac{\text{Cos.}\,\varphi\,\text{Cos.}\,s}{\text{Sin.}\,\pi}$$

und

$$g' = g + 0{,}000072\,x\,\text{Cos.}\,\varphi\,\text{Cos.}\,\pi\,\text{Sin.}\,s.$$

Nimmt man nun an, daſs die bisher gebrauchten Gröſsen a, p und r noch um die unbekannten Correctionen ∂a, ∂p und ∂r zu klein sind, so hat man in dem rechtwinkligen Dreiecke, dessen Hypotenuse die Mittelpuncte der Sonne und der Venus verbindet, den Ausdruck

$$(a - \alpha - A\,x + \partial a)^2\,\text{Sin.}^2\pi + (p - \pi - B\,x + \partial p)^2 = [\varrho \pm (r + \partial r)]^2,$$

wo das obere oder untere Zeichen gilt, wenn die Berührung der beiden Gestirne eine äuſsere oder eine innere ist. Setzt man der Kürze wegen

$$(a-\alpha)^2 \, \mathrm{Sin.}^2 \pi + (p-\pi)^2 = \Delta^2$$

und

$$\mathrm{Cos.}\, \omega = (a-\alpha) \frac{\mathrm{Sin.}\, \pi}{\Delta}$$

und entwickelt man die vorhergehende Gleichung, indem m die zweiten und höheren Potenzen von ∂a, ∂p und ∂r we läſst, so hat man, wenn man $C = \frac{\Delta^2 - (\varrho \pm r)^2}{2\Delta}$ setzt, f genden Ausdruck

$$C = x(A \, \mathrm{Sin.}\, \pi \, \mathrm{Cos.}\, \omega + B \, \mathrm{Sin.}\, \omega) - \partial a . \mathrm{Sin.}\, \pi \, \mathrm{Cos.}\, \omega - \partial p . \mathrm{Sin.}\, \omega + \partial r$$

und dieses ist die gesuchte Bedingungsgleichung, welche f jede einzelne Beobachtung entwickelt werden soll. Man e hält dadurch so viele Gleichungen zwischen x, ∂a, ∂p u ∂r, als man Beobachtungen hat, und wird dann durch d bekannte Methode der kleinsten Quadrate die allen diesen B obachtungen am besten entsprechenden Werthe von ∂a, ∂p, i und x finden. Dieser zuerst von Euler und Lagran angegebenen Form bediente sich, mit einigen Aenderunge Encke in seinen oben erwähnten zwei Werken (Gotha 182 in welchen er die vorzüglichsten aller Beobachtungen d beiden Durchgänge von 1761 und 1769 seiner sehr sorgfäl gen Rechnung unterworfen hat. Er fand als Endresultat sei sämmtlichen Arbeiten die Horizontalparallaxe der Sonne i Aequator, in ihrer mittlern Entfernung von der Erde, glei 8″,5776, woraus dann die mittlere Entfernung der Sonne v der Erde zu 20666800 geogr. Meilen folgt.

L.

Veränderung.

Unter dieser Aufschrift wollen wir vorzüglich diejenig Aenderungen betrachten, die man, was man vielleicht am weni sten vermuthen sollte, an den himmlischen Körpern bemerk Während man nämlich hier unten alle Dinge steten Veränd rungen und immer neuem Entstehn und Vergehn unterwo fen sieht, glaubt man gewöhnlich, daſs die Körper des Him mels für immerwährende Zeiten keinem Wechsel ihrer Form ihrer Bewegungen und ihrer gegenseitigen Anordnungen unte

gen, und dafs der Anblick des Weltalls, wie er jetzt ist, ch den frühesten Menschen als derselbe erschien und auch sern spätesten Nachkommen ebenso erscheinen wird. Wie enig gegründet aber diese Meinung ist, werden wir im Folgenden sehen.

A. Beständigkeit der Revolution und der Rotation der Himmelskörper.

Wenn wir zuerst diejenigen Gegenstände des Himmels ngeben wollten, die nach unsern bisherigen Kenntnissen dieselben in der That keinen Aenderungen unterliegen, so würde das Verzeichnifs derselben in der That sehr kurz ausfallen. Die *Umlaufszeiten* der himmlischen Körper um ihre Centralkörper, so wie die *Rotationszeiten* derselben um ihre eigenen Axen scheinen vor allen hierher zu gehören. Für die Planeten wenigstens ist das Erste durch Beobachtung sowohl, als auch durch die Theorie als erwiesen anzusehn, für die Kometen und für die Satelliten der Hauptplaneten scheint jedoch eine merkwürdige Ausnahme von dieser Regel einzutreten. Das Zweite aber, die Unveränderlichkeit der Rotationszeit, ist bisher nur für die Erde erwiesen, und auch da nur innerhalb des Bereiches unserer Menschengeschichte, die mit Ausschlufs des mythischen Zeitalters sich kaum auf viertausend Jahre erstreckt. Diese Rotation der Erde um ihre Axe hat ferner das Eigenthümliche, und dasselbe gilt wahrscheinlich auch für alle andere Planeten, dafs diese Axe immer durch *dieselben Puncte der Erde* geht, also, in Beziehung auf die Erde, *ebenfalls unveränderlich* ist, oder mit andern Worten, dafs der Aequator der Erde, also auch die beiden Pole derselben, immer durch dieselben Puncte der Oberfläche der Erde gehn. Dieses wird durch die Beobachtungen unserer Polhöhen bestätigt, die wenigstens seit der Zeit, wo diese Beobachtungen mit Genauigkeit vorgenommen wurden, keine merklichen Veränderungen zeigen. Allein diese Zeit ist noch viel kürzer, als die so eben erwähnte Dauer unserer noch einigermafsen verläfslichen Weltgeschichte. Unsere besseren astronomischen Beobachtungen, das heifst diejenigen, in welchen eine oder doch einige wenige Secunden verbürgt sind, beginnen erst mit dem Jahre 1750, wo Bradley

als der Gründer der neuern beobachtenden Astronomie auftrat. Es ist demnach noch nicht ausgemacht, obschon allerdings unwahrscheinlich, dafs die Erdaxe nicht kleinen Bewegungen unterliege, deren Folgen uns erst in einer Reihe von Jahrhunderten bemerklich seyn werden, und noch weniger kann man als wahrscheinlich annehmen, dafs äufsere gewaltsame Störungen, wie z. B. der Zusammenstofs eines Kometen mit der Erde, diese Axe in der Vorzeit verrückt haben sollen und vielleicht auch später wieder verrücken werden, obgleich unsere Geologen schon oft genug zu solchen präsumtiven Änderungen ihre Zuflucht genommen haben, um dadurch manche Erscheinungen auf der Oberfläche der Erde zu erklären, für die sich sonst allerdings nur schwer ein genügender Grund angeben läfst. Wenn wir aber auch die Erdaxe und ebenfalls den Erdäquator in Beziehung auf die *Oberfläche dieses Körpers* als constant und in seiner Lage unveränderlich annehmen, so sind beide doch, wie die Lehre von der Präcession und Nutation zeigt[1], in Beziehung *auf den gestirnten Himmel* veränderlich, indem die Himmelspole der Erde (die man erhält, wenn man die Axe der Erde in Gedanken bis an den Himmel verlängert), um die festen Pole der Ekliptik in jedem Jahrhundert einen Bogen von nahe 1° 23′ 42″ von Ost nach West zurücklegen und daher von einem Fixsterne zum andern übergehn. Man wird sich diese Beweglichkeit der Erdaxe in Beziehung auf den Himmel, verbunden mit der Unbeweglichkeit derselben in Beziehung auf die Erde, am einfachsten dadurch vorstellen, dafs man sich die Erde als eine im Weltraume frei schwebende Kugel denkt, durch deren Mittelpunct eine feste Stange (die Rotationsaxe) gezogen ist, die zwar immer durch dieselben zwei Puncte der Oberfläche der Erde (durch die beiden Pole derselben) geht, die aber zu beiden Seiten bis an den Himmel verlängert, beweglich ist und von einem Fixsterne zum andern übergeht, weil die Erde, sammt der in ihr unveränderlich befestigten Stange, gleich einem auf einem horizontalen Tische wirbelnden Kreisel, sich im Weltraume bewegt. Jetzt geht diese auf der Nordseite verlängerte Erdaxe durch einen Punct des Himmels, der nahe 1° 30′ von dem schönen Stern *α* im kleinen Bär

1 S. Art. *Vorrückung der Nachtgleichen.*

fernt ist, daher wir diesen Stern den *Polarstern* nennen. nächsten drei Jahrhunderte hindurch wird sich diese Axe dem Sterne noch weiter nähern und um das Jahr 2150 wird nur noch 28 Minuten von diesem Sterne abstehn, dann aber sich wieder allmälig von ihm entfernen. Im Jahre 4100 nach Chr. G. wird der Stern γ Cephei, dann α Cephei, später α Cygni und endlich, gegen das Jahr 14000 nach Chr. G., wird α Lyrae oder Deneb von den gröſsern Sternen des Himmels dem Nordpole am nächsten stehn und also auf die Benennung des Polarsterns Anspruch machen. Zur Zeit HIPPARCH's, 200 Jahre vor Chr. G., war α Ursae minoris noch gegen zwölf Grade vom Pole entfernt und konnte daher den Namen eines Polarsterns noch nicht verdienen. Man findet alle die Sterne, die in verschiedenen Zeiten Polarsterne sind, wenn man aus dem Pole der Ekliptik auf einem Globus mit einem Halbmesser von 23½ Graden einen Kreis (den sogenannten nördlichen Polarkreis) zieht und bemerkt, daſs der Pol des Aequators die Peripherie dieses Kreises in nahe 25800 Jahren von Ost nach West zurücklegt.

Die erwähnte Unveränderlichkeit der Lage der Erdaxe, wenn man sie bloſs in Beziehung auf die Erde selbst betrachtet, und die Unveränderlichkeit der Rotationszeit der Erde um diese Axe (d. h. des astronomischen *Sterntags*) sind die zwei groſsen Pfeiler unserer praktischen Astronomie, und sie werden auch auf theoretischem Wege dadurch bewiesen, daſs man zeigt, daſs die Rotationsaxe der Erde eine sogenannte *freie Axe*, d. h. eine solche ist, die durch die Rotation der Erde *keinen Druck* in irgend einem ihrer Puncte erleidet. Nach den Lehren der Mechanik enthält jeder Körper, welcher Gestalt er auch seyn mag, wenigstens drei solcher freien Axen und sie schneiden sich alle im Schwerpuncte des Körpers unter gegen einander senkrechten Richtungen. Für eine Kugel sind alle Durchmesser derselben zugleich freie Axen, für ein Sphäroid, welches durch die Umdrehung einer Ellipse um ihre groſse oder auch um ihre kleine Axe entsteht, sind auch diese beiden Axen der Ellipse zugleich freie Axen des Sphäroids. Die Erde und überhaupt alle Planeten hatten zur Zeit ihrer Entstehung, wo ihre Massen noch nicht erhärtet waren, sehr wahrscheinlich eine der Kugel nahe kommende Gestalt. Der primitive Stoſs, welchem sie ihre Bewegung (um

die Sonne und zugleich um ihre eigene Axe) verdanken, ihnen eine Rotation um einen ihrer Durchmesser, d. h. um eine freie Axe. Durch die so entstandene Rotation Kugel wurde sie selbst an ihren Polen abgeplattet und die wurde in ein Sphäroid verwandelt, das durch die Umdrehung Ellipse um ihre kleine Axe entsteht. Dadurch hörte also, Vorhergehenden zufolge, die primitive Drehungsaxe nicht auch eine freye Axe zu seyn, und ebendeswegen dreh also auch die Planeten um solche vollkommen freie, Drück erleidende Axen, weshalb auch diese Axen immer selbe Lage beibehalten und zugleich die Rotationen um Axe immer in derselben Zeit ungestört und ohne Ende gesetzt werden. Ja diese Abplattung der Erde selbst wesentlich dazu bei, die Lage jener Rotationsaxe in ihrer mal angenommenen Richtung nur noch mehr zu befestigen sie, wenn sie auch durch äufsere Kräfte etwas aus ihrer tung gelenkt werden sollte, eben durch diese Abplattung sog wieder in ihre frühere Lage zurückgeführt werden müfste, rend im Gegentheile, wenn die grofse Axe der erzeugenden lipse die Rotationsaxe der Erde geworden wäre, schon die ringste äufsere Störung hinreichend gewesen wäre, diese immer mehr von ihrer frühern Lage zu entfernen, ohne je in ihre erste Stellung wieder zurückführen zu könne Dieselben Gründe aber, welche wir so eben für die Unver derlichkeit der Lage der Erdaxe angeführt haben, sprec auch für die stete Gleichförmigkeit der Rotation der Erde, d. für die Unveränderlichkeit der Länge des Tages. Die gena sten theoretischen Untersuchungen über die Störungen, wel die tägliche Drehung der Erde um ihre Axe erleiden kön haben durchaus keine, unsern Sinnen bemerkbare Aenderu in der Geschwindigkeit dieser Drehung erkennen lassen, u ebenso haben auch die schärfsten astronomischen Beobacht gen keine Spur einer solchen Aenderung nachweisen k nen [1].

Ganz ebendasselbe gilt auch von der jährlichen Umlau zeit, und zwar nicht blofs der Erde, sondern auch aller Pl neten, um die Sonne. Allen theoretischen Berechnungen u allen praktischen Beobachtungen zufolge sind die *siderisch*

1 S. Art. *Tag.* S. 36.

fszeiten der Planeten constant und für alle Zeiten un-
rlich. Da aber, nach dem bekannten dritten Gesetze
n's, die Quadrate der Umlaufszeiten sich wie die Wür-
r grofsen Axen der Bahnen verhalten, so folgt, dafs auch
grofsen Axen der Bahnen oder dafs die *mittleren Ent-*
gen der Planeten von der Sonne ebenfalls unveränder-
ind. Diese Unveränderlichkeit der grofsen Axen der Pla-
ahnen, auf die wir weiter unten (Art. *Weltall*) wieder
kommen werden, ist eine der merkwürdigsten Eigen-
n unsers Sonnensystems. Während beinahe alles Ue-
n diesem Systeme immerwährenden und oft sehr grofsen
ungen unterworfen ist, bleibt dieses Element für alle
stets von gleicher Gröfse. Es ist jetzt keinem weitern
l unterworfen, dafs der grofse Urheber der Natur durch
Einrichtung vorzüglich die ungestörte Erhaltung und
ge Dauer dieses Systems beabsichtigt hat. Wie diese
durch den bewunderungswürdigen Reichthum der Sa-
rer Geschöpfe und durch die Schmiegsamkeit ihrer Or-
en, mit welchen sie sich den verschiedenen Himmels-
n und andern Verhältnissen anpassen können, für die
ng der Gattungen, wie sie durch die aufopfernde,
Gefahr scheuende Hingebung der Mutter für ihre Jun-
d durch den so mächtigen Erhaltungstrieb für die Fort-
der Individuen gesorgt hat, so hat sie auch durch jene
digkeit der grofsen Axen der Planetenbahnen die Dauer
nzen Sonnensystems zu sichern gesucht. Es kann in der
für diese Erhaltung des Systems sehr wenig daran ge-
seyn, ob die grofse Axe dieser oder jener Planeten-
nach der einen oder nach der andern Seite des Him-
ewendet ist, ob ihre Excentricität, ihre Neigung gegen
liptik, ob die Länge ihrer Knotenlinie etwas gröfser
leiner ist u. s. w., aber nicht so verhält sich die Sa-
ich mit der eigentlichen Gröfse dieser Axen selbst.
es ist leicht einzusehn, dafs eine Aenderung derselben,
die geringste, wenn sie einmal statt hat, nicht etwa
dieses wohl mit den Excentricitäten und mit den Nei-
der Fall ist) blofs in einem periodisch wiederkehren-
achsen und Abnehmen bestehn kann, sondern dafs eine
Aenderung ihrer Natur nach progressiv seyn, dafs sie
demselben Sinne fortgehn und sich mit der Zeit immer

anhäufen muſs. Ein Planet, der einmal anfängt, sich d Sonne zu nähern, muſs ihr fortan immer näher kommen, umgekehrt, und jeder von diesen beiden Fällen wird Zweifel von den wichtigsten Folgen für die Bewohner d Planeten und für den Planeten selbst seyn.

Nehmen wir, um dieses näher zu zeigen, unsere Erde Beispiele an. Sie bewegt sich in ihrem Perihel (in ihrer sten Entfernung von der Sonne) während jeder Zeitse durch 4,3 deutsche Meilen. Angenommen, daſs sie in sem Puncte ihrer Bahn entstanden sey, daſs sie also aus sem Puncte mit der erwähnten Geschwindigkeit ihren um die Sonne begonnen habe. Es läſst sich durch die Mechanik zeigen, daſs die Bahn der Erde, eben weil di fängliche Geschwindigkeit derselben diese und keine war, eine *Ellipse* werden muſste, und daſs sie auch so dieselbe Ellipse bleibt, als diese ihre Geschwindigkeit im rihel nicht verändert wird. Nehmen wir nun an, daſs halbe groſse Axe dieser elliptischen Bahn der Erde mit Zeit kleiner werde, daſs also auch die Erde im Allgemei näher zur Sonne rückt. Dadurch muſs, nach dem erwähn dritten Gesetze Kepler's, ihre Umlaufszeit kleiner (das kürzer) und also die Geschwindigkeit derselben gröſser w den. Nehmen wir an, sie sey auf diese Art dahin geko men, daſs sie, wenn sie eben wieder durch ihr Perihel g nicht mehr 4,3 Meilen, sondern daſs sie nur 5,8 Meilen einer Secunde zurücklege. Die Mechanik zeigt, daſs Erde mit dieser anfänglichen Geschwindigkeit im Peri keine Ellipse mehr um die Sonne beschreiben könne, s dern daſs die neue Bahn der Erde eine Parabel seyn mü Wenn dann die Geschwindigkeit der Erde bei ihren fern Durchgängen durch die Sonnennähe noch gröſser wird, als Meilen, wenn sie z. B. 6, 7, 8 oder noch mehr Me betragen sollte, so würde in allen diesen Fällen die Bahn Erde eine Hyperbel seyn. In beiden Fällen würde aber Erde nicht mehr in einer geschlossenen Linie, wie die Ell ist, um die Sonne gehn, sondern sie würde sich in einem parabolischen oder hyperbolischen Arme der neuen Bahn mer weiter von der Sonne entfernen und endlich ganz unserm Planetensysteme heraustreten, um ihren weitern L um einen andern Fixstern, als ihre neue Centralsonne,

en. Ebenso würde auch schon eine geringere Vergrö-
der anfänglichen Geschwindigkeit, wenn sie nur zwi-
4,3 und 5,8 Meilen enthalten ist, die Bahn der Erde
er sehr excentrischen Ellipse machen, wie sie von den
ten beschrieben wird, wo dann für das Wohlseyn und
eben ihrer Bewohner die nothwendigen Folgen einer sol-
Änderung nicht anders als sehr unglücklich seyn müſs-
Dieses alles fällt weg, wenn, wie wir bisher vorausge-
aben, die Entfernung der Erde von der Sonne zu der
wo jene durch ihr Perihel geht, immer dieselbe bleibt.
auch diese verhältniſsmäſsig ab oder zu, so würde jede
ung der halben groſsen Axe, wie gesagt, eine immer-
de Annäherung oder eine stete Entfernung der beiden
zur Folge haben, und die Erde würde sich endlich
er in den feurigen Schoſs der Sonne stürzen, oder sie
sich von ihr bis an die äuſsersten Grenzen ihrer Wirk-
entfernen und dann in die Regionen anderer Sonnen-
übergehn, in beiden Fällen aber ganz aufhören, einen
enden Theil unseres Systems zu bilden.

usnahme von diesem Gesetze bei dem Monde.

diese Erscheinung so allgemein für alle Planeten und
, wie wir gesehn haben, für die Erhaltung des Systems
tig ist, so muſste es den Astronomen um so mehr auf-
daſs der Mond allein eine Ausnahme davon machen
Halley, der Zeitgenosse und Freund Newton's, hatte
n, daſs die Umlaufszeit des Monds um die Erde seit
ten der Griechen, d. h. seit beinahe zweitausend Jah-
auf unsere Tage immer kürzer, also die mittlere Be-
des Mondes immer gröſser geworden ist, wodurch
er Mond der Erde immer näher kommen und endlich,
Bewegung ihrer Natur nach stets fortschreitet, auf die
llen muſs, um sich mit ihr für immer zu vereinigen.
efremdende Erscheinung, die aber nach den Beobach-
als eine nicht weiter zu bezweifelnde Thatsache er-
erden muſste, quälte die Astronomen lange Zeit, da
Ursache derselben nicht finden konnten. Man suchte
iner Correction des allgemeinen Gesetzes der Schwere,

nach welcher die Anziehung der einander näheren Kör
nicht blofs wie verkehrt das Quadrat der Entfernung sich ve
halten sollte, man suchte sie in den Perturbationen, welc
die Planeten auf den Mond ausüben sollten, in der Abwe
chung des Monds und der Erde von der Kugelgestalt, in de
Widerstande des Aethers, in welchem sich der Mond bew
in der allmäligen Fortpflanzung der Schwere von der So
auf die Planeten, die, so wie das Licht, auch eine bestim
Zeit gebrauchen sollte, u. s. w., aber auf allen diesen We
konnte man das gewünschte Ziel nicht erreichen. Indefs
die Uebereinstimmung aller übrigen Erscheinungen des Hi
mels mit dem Gesetze der allgemeinen Schwere so grofs,
man diese einzige Ausnahme nicht ohne lebhaftes Bed
so lange bestehn lassen konnte. Dieses bewog die
gröfsten Mathematiker ihrer Zeit, LAGRANGE und LAPLA
dem Gegenstande ihre besondere Aufmerksamkeit zu wid
Sie gingen von der Ansicht aus, dafs diese Ausnahme
scheinbar sey und dafs ihre wahre Ursache in demselben G
setze zu finden seyn müsse. Wenn z. B. die Erde in ih
Bahn sich der Sonne allmälig näherte, so würde sich dad
auch die Entfernung des Mittelpuncts der Mondbahn von d
Sonne immer verkleinern, und dadurch müfste ohne Zwei
diese Mondbahn selbst auch eine Aenderung erleiden. N
ist aber nach (A) die grofse Axe der Erdbahn unveränderli
und jene Voraussetzung einer steten Näherung der Erde a
Sonne erscheint daher ganz unzulässig. Wenn man sich al
erinnert, dafs die Excentricität der Erdbahn, den Beobachtu
gen und Berechnungen gemäfs, seit den ältesten Zeiten imn
kleiner geworden ist, so mufs auch die elliptische Erdbal
obschon ihre grofse Axe immer dieselbe bleibt, doch ein
Kreise immer näher kommen, also mufs auch seit jener Z
der Mittelpunct der Mondbahn der Sonne im Allgemeinen i
mer näher gekommen und dadurch die Wirkung der Sor
auf die Bewegung des Monds nothwendig immer vergröfs
worden seyn. LAGRANGE hat zuerst diesen wahren Gru
der *Acceleration des Monds* (wie diese Erscheinung von c
Astronomen genannt wird) erkannt und LAPLACE hat dens
ben durch seine darüber angestellten Berechnungen über
len Zweifel erhoben. Die mittlere Wirkung der Sonne
den Mond hängt von der Entfernung der Sonne von der E

d da diese letztere (wegen der Abnahme der Excentrici-Erdbahn) veränderlich ist, so mufs auch jene Wir-er Sonne veränderlich seyn. Die mathematische Ana-eht die Gröfse dieser Aenderung des Sonneneinflusses, ch die Gröfse der daraus entspringenden Veränderung mittlern Bewegung des Mondes, und zwar mit den ungen vollkommen übereinstimmend. Nennt man t die Jahre 1800 verflossenen Jahrhunderte, so beträgt diese ng der mittlern Länge des Mondes für jede Zeit $10,72t^2$ n, oder diese Länge ist im J. 1900 um 10,72 Sec. als sie aus der Umlaufszeit, die der Mond im J. tte, folgen würde; für das Jahr 1850 wird man $t = \frac{1}{2}$, Jahr 2000 aber $t = 2$ setzen u. s. f.

ese Excentricität der Erdbahn beträgt jetzt 0,0168 der grofsen Axe ihrer Bahn und nimmt mit jedem Jahr-um nahe 0,000042 ab. Allein dieses gilt nur für in Jahrtausend vor und nach unserer Zeit. LAGRANGE unden, dafs die Excentricität der Erdbahn im Jahre vor Chr. Geb. in ihrem gröfsten Werthe war, wo sie betrug. Seitdem nimmt sie durch volle 48300 Jahre ab und wird erst im J. 36900 nach Chr. Geb. ihren n Werth = 0,00393 erhalten, dann aber allmälig wie-ehmen, so dafs also dann auch die jetzt statt habende ation des Monds wieder in eine Retardation desselben t, und dafs daher von einem Sturze des Monds auf e keine Rede seyn kann, sondern dafs diese Näherungen tfernungen desselben, so wie die Ab- und Zunahme der icität der Erdbahn, nur periodisch auf und nieder gehn erdiefs in sehr enge Grenzen eingeschlossen sind.

Allgemeine Veränderungen unseres Planetensystems.

e Planeten und Kometen bewegen sich um die Sonne e Satelliten um ihre Hauptplaneten im Allgemeinen in chen Bahnen. Die Ursache dieser Bewegungen ist die nde Kraft des Centralkörpers, die sich, dem Newton'-Gesetze der Attraction gemäfs, wie verkehrt das Qua-r Entfernung verhält. Da aber diese Eigenschaft nicht

bloss diesen centralen, sondern jedem Körper des Syst[...] da sie überhaupt jeder *Masse* zukommt, so werden jene Hi[m]melskörper nicht nur von ihrem Centralkörper, sondern di[eser] wird auch wieder von ihnen, ja sie selbst werden auch [ge]genseitig von einander angezogen und daher auch in Bew[e]gung gesetzt, und aus diesen gegenseitigen Attractionen [der] Himmelskörper unter einander muss nothwendig eine sehr [ver]wickelte Bewegung aller zusammen entstehn. Wenn [z. B.] bloss die Erde nebst der Sonne in unserem Systeme da [wäre], so würde die relative Bahn der Erde um die Sonne eine [...] Ellipse oder eigentlich ein Kegelschnitt seyn, und schon [we]nige gute Beobachtungen würden hinreichen, die Lage, Gr[össe] und Gestalt dieser Ellipse zu bestimmen. Allein durch [die] Anziehung der andern, besonders der der Erde nähern Pla[ne]ten wird diese Ellipse auf das mannigfaltigste abgeändert, [in]dem diese Erde von dem einen Planeten vorwärts, von de[m] andern rückwärts, von dem einen auf- und von dem and[ern] wieder mehr oder weniger abwärts gezogen wird. Dadur[ch] wird der früher rein elliptische Weg der Erde um die Son[ne] eine äusserst zusammengesetzte, in jedem Augenblicke verän[derliche] krumme Linie, deren nähere Bestimmung alle Kräft[e] unserer mathematischen Analysis übersteigt und für uns wol immer ganz unmöglich seyn wird. Das Problem, um desse[n] Auflösung es sich hier eigentlich handelt und das zugleic[h] in gewissem Betrachte die ganze Astronomie in sich schliess[t], lässt sich kurz auf folgende Weise ausdrücken: *von dreissi[g] Himmelskörpern, die den vorzüglichsten Theil unsers Son[nen]systems ausmachen, und von denen jeder alle andern an[]zieht und wieder von allen andern immerwährend angez[o]gen wird, soll man durch blosse Rechnung den Ort, di[e] Geschwindigkeit und die Richtung dieser Geschwindigke[it] eines jeden dieser Körper für jeden Augenblick irgend ein[es] verflossenen oder künftigen Jahrhunderts genau bestimme[n].* Während sich die Stellungen dieser Körper unter einand[er] stets ändern, wird auch mit jeder neuen Stellung eine neu[e] gegenseitige Wirkung aller dieser Körper unter einander be[]dingt, und jede Veränderung der auf das ganze System nac[h] allen Richtungen wirkenden Kräfte bringt wieder eine neu[e] Stellung dieser Körper und damit neue Bewegungen und we[]nigstens scheinbare Unordnungen hervor, die aber alle aus [...]

esetze der allgemeinen Gravitation entspringen und da-
ch aus diesem Gesetze durch Rechnung erklärt werden

ieses kühne Unternehmen, wohl das gröſste, das der
liche Geist je gewagt hat, würde aber gleich bei den
Versuchen gescheitert seyn, wenn uns nicht durch ei-
sondere Einrichtungen der Natur die Ausführung des-
sehr erleichtert oder eigentlich erst möglich gemacht
wäre. Dahin gehört: I. *die groſse Entfernung der*
n von uns. Die Astronomen bestimmen in den neuern
die von der Erde am Himmel gesehenen Orte bis auf die
keit der Dicke eines feinen Haares, so vor das Auge gehal-
s es uns am reinsten und schärfsten scheint, das heiſst, et-
auf fünf Secunden. Dieses scheint allerdings eine sehr
Genauigkeit, und sie ist es auch, wenn man alle die
rigkeiten bedenkt, die man zur Erlangung derselben
nden muſste. Aber diese Dicke eines Haares bedeckt
n der Uranusbahn schon einen Bogen von nahe zehn-
Meilen oder mehr als zehnmal den Halbmesser un-
rde. Bei dem nächsten Fixsterne, wenn seine Parallaxe
That eine volle Secunde beträgt, würde dasselbe Haar
einen Bogen von nahe hundert Millionen deutschen Mei-
tragen[1]. Diese Gröſsen also, so bedeutend sie auch an

Solche Fehler, so groſs sie uns auch erscheinen, sind doch,
hung auf die Gegenstände, die wir hier betrachten, nur sehr
nennen. Wenn unsere Mechaniker mit ihren Supports die
rie eines Kreises, dessen Halbmesser ihnen gegeben wird,
fünf Secunden genau darstellen, so haben sie dabei einen Feh-
ngen, der den 259200sten Theil der ganzen Peripherie beträgt,
würden einen so kleinen Fehler gern als gar keinen betrach-
ihn wohl selbst nicht einmal bemerken. Eine Stadt, wie Wien
on 3000 Klaftern im Durchmesser, würde uns, selbst auf dem
dem nächsten aller Gestirne, nur unter dem Winkel von $3\frac{1}{2}$
n erscheinen, also von jenem Haare schon mehr als bedeckt
. Die Entfernung oder die Parallaxe des Monds ist uns bis
e Secunde, d. h. wenigstens bis auf den dreitausendsten Theil
zen oder nahe bis auf 20 deutsche Meilen bekannt. Wem
Fehler noch groſs scheint, der mag uns die Hauptstädte Eu-
der andern Welttheile zu geschweigen, nennen, deren Ent-
von einander uns ebenfalls bis auf den dreitausendsten Theil
Entfernung bekannt ist. Die Astronomen kennen also die Di-

sich selbst seyn mögen, erscheinen uns doch, wegen ihrer ungeheuern Entfernung, nur sehr gering. In dieser Erscheinung liegt aber eben der Vortheil, von dem wir hier sprechen. Denn wenn wir dieses Gewirre von so vielen Himmelskörpern gleichsam in einem viele Millionen Mal verkleinerten Modelle ganz nahe vor unsern Augen hätten, und wenn wir jede kleine Abweichung ihrer Bewegungen durch unsere Mikroskope wieder Millionenmal vergröſsert erblickten, so würden wir die Bahnen der Himmelskörper wahrscheinlich ebenso wenig kennen gelernt haben, als wir jetzt die Bahnen der vor unsern Augen spielenden Sonnenstäubchen zu berechnen im Stande sind. II. Der zweite Vortheil, der uns die Auflösung jenes Problems erleichtert, ist die ungemein groſse *Masse der Sonne* in Beziehung auf die Masse jedes einzelnen Planeten; ja selbst die Massen aller Planeten zusammengenommen betragen noch nicht den 800sten Theil der Sonnenmasse. Die Folge davon ist, daſs die Störungen, welche durch die Anziehung der Planeten unter einander verursacht werden, im Verhältniſs zur Wirkung der Sonne ebenfalls nur sehr klein seyn und daher viel leichter berechnet werden können. Wenn z. B. Saturn eine ebenso groſse Masse hätte, als die Sonne, so würde Jupiter vom Saturn im Allgemeinen ebenso stark, als von der Sonne angezogen werden, und die Folge davon würde eine totale Umänderung der Bewegung und der Bahn selbst von Jupiter seyn. Aber die Masse des Saturn beträgt noch nicht den 3000sten Theil der Sonnenmasse, und in ebendiesem Verhältnisse steht also auch die Anziehung Saturns zu der der Sonne, wenn beide gleich weit vom Jupiter entfernt sind. Diese streng monarchische Einrichtung unseres Sonnensystems ist sehr merkwürdig. Das eigentliche Vorrecht zur Herrschaft, welches hier unten in dem gröſsern Verstande liegt oder eigentlich liegen sollte, liegt dort in der gröſsern Masse, und so verschieden ist dort die aus diesem Vorrechte entspringende Ungleichheit der Stände, daſs wir an unserer Erde, so bunt es auch zuweilen in dieser Beziehung auf ihr zugehn mag, kaum etwas Aehnliches aufzuweisen haben. Die Masse der Sonne ist über 900 Mal gröſser, als die

---

stanzen am Himmel besser, als die Geographen die Distanzen der Städte auf ihrer Erde.

Jupiters, des gröfsten aller Planeten. Sie übertrifft die Masse unserer Erde volle 340000 Mal. Dadurch ist alles Auflehnen und jeder Ungehorsam auch der mächtigsten Unterthanen dieses Staates gegen ihren Autokrator unmöglich gemacht. Dafür fordern aber diese mächtigen Lehnsherren wieder denselben Gehorsam von den ihnen zugewiesenen Vasallen, und mit Recht, kann man hinzusetzen, da auch sie wieder diese Vasallen an Masse, d. h. an innerer Kraft ebenso weit übertreffen, als sie selbst alle zusammen von ihrem gemeinsamen obersten Beherrscher übertroffen werden. Unsere Erde bildet mit ihrem Monde einen solchen kleinen Staat im Staate; sie führt ihn auf ihrer weiten Reise um die Sonne als ihren Diener in schweigendem Gehorsam mit sich, aber sie ist auch über siebenzigmal stärker, als dieser Diener. Jupiter wird auf seiner auch viel gröfsern Bahn von vier solchen Dienern begleitet, die aber alle zusammen noch nicht den zehntausendsten Theil der Stärke ihres Herrn besitzen. III. Der dritte der oben erwähnten Vortheile liegt in der *Kleinheit der Excentricitäten und Neigungen* der Planetenbahnen gegen die Ekliptik. Sie sind durchaus nur dem Kreise sehr ähnliche Ellipsen, und ihre Bahnen liegen beinahe alle in derselben Ebene. Wenn sie im Gegentheile, wie die Kometenbahnen, sehr excentrische Ellipsen und nach allen Richtungen im Weltall zerstreut wären, so würden, wie dieses für sich klar ist, die gegenseitigen Störungen derselben viel bedeutender, also auch viel schwerer zu berechnen seyn. Dafs aber die erwähnten Kometen, ungeachtet sie anders gestellte und anders gestaltete Bahnen haben, doch keine bedeutenden Störungen erzeugen, liegt in dem Umstande, dafs die Massen der Kometen, dieser lockeren und vielleicht nur dunstförmigen Körper, noch ungleich geringer sind, als die der Planeten. IV. Der vierte Vortheil ist die *grofse Entfernung*, welche die Planeten unter einander haben. Wenn sie einander viel näher kommen könnten, als sie wirklich thun, so würden auch, wie dieses sich von selbst versteht, ihre gegenseitigen Störungen gröfser seyn. Endlich V. kommt unseren Berechnungen derselben noch der Umstand zu Gute, dafs diese Planeten alle sehr nahe eine *kugelförmige Gestalt* haben. Wenn sie z. B. die Form eines Würfels, eines Kegels, eines Cylinders u. dgl. hätten, so würde die Berechnung ihrer Bewegungen für uns ganz unmöglich

seyn, und unter allen Gestalten, die sie annehmen kön ist eben die Kugelgestalt die einzige, bei welcher wir in Berechnung ihrer Bewegung auf diese Gestalt gar keine Rü sicht zu nehmen haben, da, nach einem bekannten Ges der Mechanik, Kugeln sich gegenseitig so anziehn, als ob ih ganze Masse in ihrem Mittelpuncte vereinigt wäre, so wir also jetzt bei der Auflösung jenes großsen Problems sämmtlichen Planeten als ebenso viele einfache *Puncte* trachten können.

Durch diese Einrichtungen also hat es uns, wie ge die Natur möglich gemacht, die Bewegungen der Pla durch Rechnung zu bestimmen. Um z. B. die Stör welche die Erde von den übrigen Planeten in jedem Au blick erleidet, zu finden, sollte man eigentlich, wenn nach aller Strenge verfahren wollte, zuerst schon die Stör gen kennen, welche jeder dieser die Erde störenden Plan von allen übrigen, die Erde selbst mit eingeschlossen, erl det. Allein da, wie oben erwähnt, diese Störungen alle gering sind, so kann man sich ohne Nachtheil erlauben, diejenigen Perturbationen zu bestimmen, welche jeder einzel Planet von jedem andern *einzelnen* unter der Voraussetzu erleidet, dafs dieser andere Planet selbst nicht weiter in sein Bahn gestört worden ist, sondern blofs in seinem rein ellipt schen Wege um die Sonne geht. Auf diese Weise ist uns Problem eigentlich dahin gebracht, dafs man es immer mit drei Körpern zu thun hat, mit der Sonne, mit dem st renden und mit dem gestörten Planeten, und dieses ist das genannte *Problem der drei Körper*, an demdie gröfsten Astr nomen und Mathematiker seit Newton's Zeiten ihre Krä versucht haben.

Allein alle diese Versuche haben doch zu keiner streng oder directen Auflösung geführt, sondern es ist ihnen, sel unter allen jenen Voraussetzungen und Erleichterungen, n möglich gewesen, die hierher gehörenden Fragen auf ei blofs genäherte, indirecte Weise, durch Hülfe von unendl chen Reihen zu beantworten, von welchen die ersten od gröfsten Glieder allein berücksichtigt werden. Die auf diese Wege gefundenen Störungen sind von den Astronomen in zw wesentlich verschiedene Classen gebracht worden. Die ers Classe enthält die sogenannten *periodischen* Störungen od

Veränderungen, welche die *Planeten selbst* in ihren elliptischen Bahnen von der Einwirkung ihrer Nachbarn erleiden. Hierher gehören z. B. die Störungen des Monds, die er in seinem Laufe um die Erde von der Sonne erleidet und die wir in den Artikeln *Evection* und *Variation*[1] betrachtet haben. Da diese Störungen von der Stellung des störenden Planeten gegen den gestörten abhängen, so werden sie dieselben seyn, so oft diese Stellungen wieder dieselben sind, oder sie werden in gewissen periodischen Zeiträumen regelmäfsig wiederkehren, weswegen sie auch die obige Benennung erhalten haben. Allein man sieht ohne Mühe, dafs die immerwährenden Einwirkungen der Planeten auf einen andern, z. B. auf Mars, nicht nur diesen letztern in seiner Bahn vor- und rückwärts bewegen, sondern dafs sie endlich auch auf die Gestalt und Lage dieser Bahn des Mars selbst Einflufs haben werden. Dadurch werden die *Elemente* dieser Bahn selbst eine Aenderung erleiden; die Excentricität, die Lage der grofsen Axe, die Neigung, die Knotenlinie der Bahn mit der Ekliptik können sich nicht gleich bleiben. Auch diese Aenderungen der Elemente der Bahn werden ohne Zweifel in bestimmten Perioden wiederkehren, so oft nämlich die frühere Gesammtstellung aller übrigen Planeten gegen den gestörten wiederkehrt. Aber man sieht, dafs diese Perioden viel länger dauern müssen, als die vorhin erwähnten, dafs sie viele Jahrhunderte, ja Jahrtausende umfassen werden, und aus dieser Ursache hat man sie *Säcular-Störungen* genannt. Hierher gehört z. B. die Säcular-Störung der mittleren Bewegung des Monds, die wir oben unter der Benennung der *Acceleration* des Mondes betrachtet haben und die mit der dort ebenfalls erwähnten Säcular-Störung der Excentricität der Erdbahn zusammenhängt. Im Artikel *Weltall* werden wir die Resultate der hierher gehörenden Berechnungen der Astronomen über die Säcular-Störungen zur bequemern Uebersicht tabellarisch zusammenstellen.

Hier begnügen wir uns, zu den vielen grofsen und höchst verwickelten *Veränderungen*, die durch diese Störungen in unserem Planetensysteme erzeugt werden, nur noch gleichsam nachträglich zu bemerken, dafs das grofse Problem, von dem

1 Vergl. Art. *Mond*.

wir oben gesagt haben, daſs es uns durch mehrere Einri tungen der Natur sehr erleichtert worden ist, im Gegenth wieder durch andere Verhältnisse nicht wenig erschwert w den muſste. Wie viele Jahrtausende hindurch hat sich menschliche Geist abgemüht, bis es ihm endlich gelungen nur die zwei gröſsten und auffallendsten der ihm zunächst l genden Bewegungen des Himmels, die Bewegung seines ei nen Wohnsitzes um die Sonne und um sich selbst, zu er nen, und wie weit ist es von da bis zur Erkenntniſs und I stimmung aller der andern Bewegungen, von denen wir so ob geredet haben. Diese Bewegungen der Planeten werden unsern Berechnungen alle auf die *Ekliptik* und in uns Beobachtungen, wegen der eigenthümlichen Construction u serer Instrumente, auf den *Aequator* bezogen. Allein Ekliptik wird durch die erwähnten Einwirkungen aller neten auf die Erde selbst wieder jeden Augenblick aus ih Lage verrückt und der Aequator wird ebenso durch die P cession und Nutation immerwährend geändert, so daſs au der Durchschnittspunct dieser beiden Ebenen (von welche die Astronomen alle ihre Längen und Rectascensionen zäl len) keinen Augenblick derselbe bleibt. Dadurch werden d Fixpuncte des Himmels und mit ihnen zugleich die Basis ve rückt, auf welche wir unsere Charten des Himmels, uns Sonnen- und Planetentafeln und unsere Sternkataloge geba haben; aus dem letzten der Gestirne wird das erste, aus de ersten das letzte gemacht, und der ganze Himmel, dess Ordnung und Harmonie der Gegenstand unserer frühern B wunderung gewesen ist, erscheint uns jetzt als ein Bild d Verwirrung und Unordnung, da von der groſsen Charte, d wir uns von demselben entworfen haben, auch nicht ein ei ziger Punct unverrückt geblieben ist, um von ihm aus a jene verwickelten Bewegungen, alle jene so mannigfaltig ve schlungenen krummen Linien erfassen und auflösen zu kö nen. Ohne höhere Analyse und ohne Kenntniſs des Geset der allgemeinen Gravitation, die wir beide dem unsterblich Newton verdanken, ohne diesen leitenden Doppelfaden wür der menschliche Geist sich nie in diesem Labyrinthe zure gefunden, würde er das ihn von allen Seiten umgeben Chaos um so weniger entwirrt haben, da er dasselbe ni einmal von einem festen Standpuncte aus, sondern wieder n

n einer sich jährlich um die Sonne bewegenden und täg-
h sich um ihre eigene Axe drehenden Kugel zu beobachten
zwungen ist, von einer Kugel, die überdiefs noch, um die
erwirrung zu vollenden, mit einer Hülle umgeben ist, wel-
he die Quelle unzähliger Täuschungen und zugleich die Ur-
sache ist, dafs wir auch nicht ein einziges von den unzähli-
gen Gestirnen an dem Orte erblicken, den es in der That am
Himmel einnimmt.

D. Veränderungen aufser unserem Planeten-systeme.

Wenn unsere Kenntnifs des Planetensystems, von wel-
chem wir mit der Erde selbst einen integrirenden Theil aus-
machen, der grofsen Fortschritte ungeachtet, die der mensch-
liche Geist in dieser Kenntnifs gemacht hat, noch immer
sehr unvollkommen zu nennen ist, so gilt dieses noch viel
mehr von allen denjenigen Gegenständen des Himmels, die
sich jenseit der Grenzen dieses Systems befinden. Die *Fix-
sterne* insbesondere, so zahllos auch ihr Heer ist, sind für
den Astronomen bisher wenig mehr, als lichte, fixe Puncte
des Himmels gewesen, an die er seine übrigen Beobachtun-
gen der Planeten und Kometen anzureihen und gleichsam zu
befestigen suchte. Aus diesem Grunde hat man sie, wenig-
stens die vorzüglichsten, d. h. die scheinbar gröfsten dersel-
ben, so oft und so sorgfältig als möglich zu beobachten ge-
sucht, um dadurch den Ort, welchen sie am Himmel einneh-
men, mit der gröfsten Schärfe kennen zu lernen. Indem man
aber diesen für die gesammte praktische Astronomie sehr wich-
tigen Zweck längere Zeit verfolgte, gelangte man zu dem un-
erwarteten Resultate, dafs diese Gestirne ihren bisherigen Na-
men mit Unrecht führen, dafs sie nicht *fix*, sondern im Ge-
gentheile, wie alle andere Gegenstände des Himmels, *beweg-
lich* sind. Zwar erscheint uns diese Bewegung nur gering im
Vergleich mit denen der Planeten und Kometen, aber davon
liegt wahrscheinlich die Ursache nur in der ungeheuren Ent-
fernung, in welcher die Fixsterne von uns abstehn. Die
Astronomen haben sich bemüht, diese eigenen Bewegungen
der Fixsterne, wenigstens bei sehr vielen derselben, mit Ge-
nauigkeit zu bestimmen, und man findet dieselbe in den ver-

neuen Stern im Skorpion, dessen Licht dem des Mond seinen Vierteln gleich gewesen seyn soll und der nach Monaten wieder gänzlich unsichtbar wurde. Im Jahr 945 Zeit des Kaisers Otto, sah man, nach dem Berichte der Ch niken, einen solchen neuen und hellen Fixstern zwischen Cepheus und der Cassiopeia, und auch im J. 1264 nahe an derselben Stelle wieder ein solches Gestirn haben. Merkwürdiger, weil genauer bekannt, ist für grofse Stern, den Tycho Brahe im Jahre 1572 beob Als er am 11. November aus seinem chemischen Labor über den Hof seines Hauses in die Sternwarte ging, be er, ebenfalls in dem Sternbilde der Cassiopeia, einen Stern von ganz vorzüglicher Gröfse auf einer Stelle, früher nur sehr kleine Sterne gesehn hatte. Sein Gl so hell, dafs er selbst Jupiter und Venus übertraf darauf sogar am Tage sichtbar wurde. Während der zen Zeit seiner Erscheinung konnte Tycho weder eine derung seiner Stelle am Himmel, noch auch eine me Parallaxe an diesem Gestirne mit seinen Instrumenten Ein Jahr nach jener ersten Erscheinung nahm der Ste mälig an Glanz ab, und verschwand endlich ganz im 1574, sechzehn Monate nach seiner Entdeckung, oh man seitdem eine Spur von ihm auffinden konnte. Als erst erschien, war sein Licht blendend weifs. Im Jahr zwei Monate nach seiner Entdeckung, nahm sein Licht gelbliche Farbe an, die wieder nach zwei Monaten in röthliche überging, so dafs er nun in seiner Farbe dem oder dem Aldebaran glich. Zwei oder drei Monate vor nem gänzlichen Verschwinden endlich schimmerte er nur in einem grauen oder bleifarbenen, dem des Saturn ähnl Lichte. Goodricke, der sich zu Ende des achtzehnten hunderts viel mit diesen Gegenständen beschäftigte, Meinung, dafs die erwähnten neuen Sterne von den 945 und 1264 mit diesem von 1572 identisch gewesen und dafs dieselbe Erscheinung alle 150 oder alle 300 an derselben Stelle des Himmels wiederkommen soll; jene zwei ersten Erscheinungen sind zu ungewifs, um eine solche Behauptung mit Sicherheit gründen zu könne

Ein anderer neuer Stern erschien im J. 1604 am 10. O ber im östlichen Fufs des Ophiuchus. Er soll nahe el

e der von Tycho entdeckte, gewesen seyn, und auch hwand im folgenden Jahre 1605 im October wieder, iter eine Spur zurückzulassen. Kepler schrieb dar- e eigne Abhandlung: *de stella nova in pede Serpen-* lie 1606 zu Prag herausgekommen ist. Im Jahre 1670 Juni entdeckte Anthelm einen solchen neuen Stern ten Gröfse im Schwan. Schon zwei Monate nach Entdeckung war sein Licht zu dem eines Sterns der Gröfse herabgesunken und bald darauf wurde er nsichtbar. Er wurde die ganze Zeit seiner Erschei- n dem berühmten Dominik Cassini sehr eifrig beob-

ist auffallend, dafs seit dem Jahre 1750, wo die Be- keit der praktischen Astronomen in einem so hohen zugenommen hat, Erscheinungen dieser Art nicht rgekommen sind. Hipparch's oben erwähnter Stern- enthält kaum dreihundert Fixsterne, und doch hat man die Stelle Virgil's angewendet, wo vom Polinurus, uermanne des Aeneas, gesagt wird:

Sidera cuncta notat tacito labentia coelo.

wie weit mehr verdienen dieses Lob die Verfasser un- ren Sternkataloge. Bode's Uranographie enthält 17240, e's *Histoire céleste* 50000 Sterne, und nahe ebenso d auch in den Zonenbeobachtungen Bessel's enthal- it derselben Zeit sind fünf neue Planeten und so viele n entdeckt worden, aber jene sogenannten neuen Sterne ichtbar geblieben. Uebrigens mögen dessenungeachtet ungen dieser Art unter den kleineren und seltener be- n Fixsternen öfter vorkommen, aber von uns unbe- rübergehn. In der That kann man auch mehrere die- e, die unsere Vorgänger in ihren Katalogen bemerkt jetzt nicht mehr am Himmel finden. Manche dieser mögen wohl ihren Ursprung in Fehlern der Beobach- in Schreib- oder Rechnungsfehlern und dergleichen haben, aber es ist doch mindestens nicht wahrschein- fs *alle* diese vermifsten Sterne nur aus diesem Grunde werden sollten. Jene grofsen, hellleuchtenden und n ersten Astronomen ihrer Zeit beobachteten neuen ber können offenbar keinen weitern Zweifeln über

ihre Existenz und ihre bald darauf erfolgte Verschwi
bloſsgestellt werden.

F. Veränderliche Sterne.

Noch giebt es mehrere andere Fixsterne, die einer oftmals beobachteten periodischen Abwechselung ihres L unterworfen sind und die man daher *veränderliche Ster* nannt hat. Die II. und III. Columne der folgenden enthalten die Rectascension und Poldistanz der vorzügli von ihnen für den Anfang des gegenwärtigen Jahrhu unter IV. sieht man die *Periode* oder die Zeit, in w jeder dieser Sterne alle seine verschiedenen Lichtphasen wandelt und z. B. wieder zu seinem gröſsten oder zu kleinsten Lichte zurückkehrt; die beiden letzten Col V. und VI. endlich geben die scheinbare Gröſse dieser zur Zeit ihres stärksten und schwächsten Lichtes.

Namen der Sterne	Rectascension 1800		Poldistanz 1800		Periode	Phase	
						Gröſste	Kl
o Ceti	32°	19′	93°	53′	331,96 Tage	II	
β Persei	43	48	49	49	2,87	II	
Leonis maj.	144	12	77	39	311,4	V	
Virginis	187	5	81	55	145,5	VI	
Hydrae	199	42	112	15	494	III	
Serpentis	218	4	74	57	353	VIII	
Coronae bor.	235	5	61	13	335	VI	
Serpentis	235	22	74	15	340	V	
α Herculis	256	23	76	23	60	III	
Scuti Sobies.	279	12	94	54	61	V	
β Lyrae	280	41	56	51	6,4	III	
η Antinoi	295	34	89	30	7,2	IV	
Cygni	294	43	57	35	407,5	IV	
δ Cephei	335	26	32	36	5,4	III	
Aquarii	353	32	106	23	382,5	VI	

Der erste dieser Sterne, *o* im Wallfisch oder der sogenann *ra Ceti*, wie ihn Hevel zuerst geheiſsen hat, wurde veränderlicher Stern von David Fabricius im J. 15 deckt. Er zeigt unter allen die stärksten Lichtwechsel von einem Sterne der II. Gröſse bis zum völligen Versch

seines Lichts abnimmt. In den neuesten Zeiten hat Wurm die Lichtperiode dieses Sterns mit großer Genauigkeit aus vielen Beobachtungen desselben zu 331,96 Tagen bestimmt und auch eigene Tafeln für seine Erscheinungen gegeben. Im J. 1828 hatte er sein stärkstes Licht am 23. Januar, und wenn man zu dieser Epoche die Zeit von 331 Tagen 23 Stunden mehrmals addirt, so erhält man die Zeiten seines größten Lichts für die folgenden Jahre. Dabei ist noch merkwürdig, daß die Abnahme seines Lichtes viel schneller erfolgt, als die Zunahme desselben. Wenn er, seinem größten Lichte zugehend, einmal die VI. Größe erreicht hat, so wächst er von da bis zur II. Größe durch 40 Tage, bleibt dann 26 weitere Tage in diesem seinen größten Lichte und nimmt dann durch 66 Tage wieder bis zur VI. Größe ab, so daß er also während 132 Tagen größer und während der übrigen 200 Tage kleiner ist, als ein Stern der VI. Größe. Zur Zeit seines kleinsten Lichtes ist er meistens, selbst durch bessere Fernröhre, unsichtbar.

Der zweite Stern unserer Tafel, β Persei, ist unter dem Namen *Algol* bekannt. Er steht in dem Medusenkopfe des Perseus und hat bei seinem hellsten Lichte die II. Größe, so wie α Persei nahe über ihm. Seine Lichtwechsel sind von einer Art, die man bei keinem andern veränderlichen Sterne bemerkt. Durch 61 Stunden sieht man ihn sein größtes Licht, als Stern der II. Größe, beibehalten, dann aber fängt er plötzlich an schwächer zu werden und schon in den 4 nächsten Stunden ist er zu einem Sterne der IV. Größe herabgesunken. In diesem Zustande verweilt er nahe eine Viertelstunde ohne merkliche Veränderung, aber in den nächsten 4 St. 40 Min. nimmt er wieder schnell bis zur II. Größe zu, verweilt in diesem Zustande wieder 61 Stunden und beginnt dann die eben erzählten Erscheinungen in derselben Ordnung. Auch von ihm hat Wurm eine Tafel gegeben, durch die man die Lichtphasen dieses Sterns für jede willkürliche Zeit durch eine einfache Rechnung bestimmen kann[1]. Der oben erwähnte Goodricke hat im J. 1783 die merkwürdige Veränderlichkeit dieses Sterns entdeckt. Man kann noch als eine besondere Eigenthümlichkeit desselben be-

1 S. Astronomisches Jahrbuch für 1801, 1804, 1832.

merken, dafs sein Licht während aller Phasen desselben
zend weifs erscheint, während das aller andern veränderli
Sterne röthlich ist.

Der dritte veränderliche Stern, im Löwen, wurde i
1780 von Koch entdeckt. Die Zunahme seines Lichtes d
85, die Abnahme aber 140 Tage. Auch bei dem folge
Sterne, in der Jungfrau, den Harding entdeckte, ist die
der Zunahme seines Lichtes viel kürzer, als die der Abn
Den Stern in der Hydra entdeckte Montanari im J. 1
die zwei in der Schlange aber wurden 1828 von Här
und der in der Krone 1782 von Pigott gefunden. Der l
zeigt sonderbare Anomalieen in seinem Lichtwechsel,
oft mehrere Jahre ganz unveränderlich scheint, dann abe
der seine Gestalt von der VI. Gröfse bis zum Verschw
sehr deutlich ändert. Der Doppelstern α Herculis wurde
von dem ältern Herschel entdeckt. Die Zunahme seines
tes dauert 22, die Abnahme aber nahe 39 Tage. Den
im Sobieski'schen Schilde und η Antinoi entdeckte Pi
1784 und 1795; β Lyrae und δ Cephei wurden
von Goodricke, der im Schwan 1686 von Kirc
wie endlich der im Wassermann 1811 von Harding
den. Ohne Zweifel giebt es noch viele ähnliche verä
Sterne, und die Astronomen scheinen ihnen bisher n
diejenige Aufmerksamkeit geschenkt zu haben, die so
dige und auffallende Gegenstände wohl verdienen. Mi
des Algol ist das Licht aller der oben erwähnten
chen Sterne röthlich, gleich nach ihrem gröfsten
wöhnlich dunkel- oder kupferroth; beinahe bei
Zeit der Zunahme des Lichts ungleich kürzer, a
nahme desselben, und die kleinste Lichtphase
allen viel länger, als die gröfste. Der Selt
mehr der Gerechtigkeit gemäfs mufs noch
den, dafs die Entdeckung des Algol a
Sterns zwar, wie gesagt, von Goodricke
nahe zu derselben Zeit auch von dem
Palitsch bei Dresden gemacht worden
auch im J. 1759 den Halley'schen Komet
nat früher, als alle Astronomen Europa's
wie der jüngere Herschel mit Recht
station, an astronomer by nature.

um diese Sonnen gehn, die uns [illegible]
wenn sie zwischen uns und ihre [illegible]
ieder andere nehmen den Bau [illegible]
n, wo sie dann, wenn sie uns [illegible]
, in ihrer kleinsten Lichtphase [illegible]
se sonderbaren Erscheinungen [illegible]
en dieser Körper, in wolkenä[illegible]
, denen unserer Sonnenflecken [illegible]
r geäufserten Meinungen mehr [illegible]
ch möglich, dafs diese Er[illegible]
sche Ursache haben und dafs [illegible]
n Lichtwechsel einem periodi[illegible]
s und Nachlassen jener N[illegible]
das ihnen eigenthümliche S[illegible]

eränderungen an de[illegible] Himm[illegible]

och viel weniger sind uns [illegible]
welche an den vielen Nebe[illegible]
tatt haben, obschon di[illegible]
dung begriffenen Körpe[illegible]
geben können, als al[illegible]
rund dieses Mangels [illegible]

ion
Be-
ssen
er so
d er-

erbaren
g stehn
eigent-
derungen
Metamor-
ich zu der
r Natur be-
dieser Ent-
zu der ge-
rderlich seyn,
h nicht einmal
lche Ansprüche
achen? Wie aber
nen Garten betritt,
der Art und jedes
ses mit einem Blicke
jede einzelne dieser
zu ihrem Untergange
mäligen Entwickel-

Am meisten ist uns in dieser Beziehung noch der gr und merkwürdige Nebel im Schwertgehenke Orions (Rec 5h 27′ und Poldistanz 95° 30′) bekannt geworden. Er wu zuerst von Huyghens im J. 1659 beschrieben und abgebil später haben Derham, Godin, Mairan, Picard, Legen und Messier Beschreibungen oder Zeichnungen dieses Ne geliefert. In den neuern Zeiten haben sich Schröter und jüngere Herschel mit diesen wunderbaren Gegenständen v zugsweise beschäftigt, und der Letztere besonders hat in den M of the astron. Society zu London eine Zeichnung dessel gegeben, die alle anderen an Genauigkeit der Ausführung w hinter sich zurückläfst. Wir bemerken hier nur das, auf fortgehende Veränderungen in diesem Nebel zu deu scheint. Der hellste Theil desselben scheint nicht sowol einem stetigen hellen Lichte zu glänzen, als vielmehr in weglichen Flammen aufzulodern. Das sogenannte *Trapez* diesem Nebel ist ein fast regelmäfsiges Viereck, das von Sternen gebildet wird, deren einer, ϑ Orionis, der IV., die andern aber der VI., VII. und VIII. Gröfse sind. Di *Trapez* ist von einem sehr hellen Theile jenes grofsen Ne umgeben, der aber nicht bis zu diesen Sternen selbst vordri sondern sich vielmehr von denselben auf allen Seiten zurü zuziehn scheint, so dafs dieses Trapez selbst in seinen nä sten Grenzen von einem dunklen Rahmen eingeschlossen w In diesem Trapeze hat man vor einigen Jahren einen klei feinen Stern entdeckt, der aber seitdem beträchtlich gewa sen zu seyn scheint, da er jetzt in guten Fernröhren s leicht gesehn wird, während er früher gewifs unsichtbar v weil kein Astronom denselben erwähnt, obschon ohne Zwe alle diesen merkwürdigen Nebel und in ihm dieses auffalle Trapez wiederholt und aufmerksam betrachtet haben. W nige Jahre später sah der jüngere Herschel noch einen sec ten, sehr kleinen Stern in diesem Trapeze, der von ϑ O nis nur 5 oder 6 Secunden entfernt ist. An der Südgre der sogenannten *Huyghens'schen Region* dieses Nebels bem man drei nahe stehende feine Sternchen, nahe bei einem s dunklen Theile des Nebels, die aber, den frühern Beobacht gen zufolge, ehedem noch ganz in diesem dunklen Nebel legen waren, so dafs sich also der dunkle Nebel von diesen Sternen ganz ebenso, wie von denen des erwähnten Trape

mälig zurückzuziehn scheint. Auch sah SCHRÖTER in dem dunkelsten Theile des ganzen Nebels häufig feine Sternchen schimmern, und ein anderes Mal bemerkte er in demselben einen hellen pyramidalischen Lichtnebel, der aber schon in wenigen Tagen wieder für immer verschwand.

Im Jahre 1800 sah SCHRÖTER eine grofse helle Lichtkugel auf einer Stelle, wo er doch früher durchaus nichts dieser Art gefunden hatte, und auch diese Erscheinung war schon nach einigen Tagen wieder verschwunden. Wenn diese Beobachtungen gegründet sind, welche Veränderungen müssen in jener Nebelmasse vor sich gehn, da sie uns, in einer so ungeheuern Entfernung von ihr, doch noch so bedeutend erscheinen!

Da es höchst wahrscheinlich ist, dafs diese wunderbaren Gebilde des Himmels noch im Zustande der Ausbildung stehn und dafs sich aus ihnen in der Folge der Zeiten erst eigentliche Sternwesen entwickeln werden, welche Veränderungen müssen mit ihnen vorgegangen seyn, und welchen Metamorphosen werden sie noch unterliegen, bis sie endlich zu der Form und Ausbildung gelangen, zu der sie von der Natur bestimmt sind! Wahrscheinlich werden aber zu dieser Entwickelung aus dem ersten chaotischen Nebel bis zu der gereiften Sonne viele Millionen von Jahren erforderlich seyn, und unsere Beobachtungen derselben sind noch nicht einmal ein einziges Jahrhundert alt geworden. Welche Ansprüche wollen wir da auf Kenntnisse solcher Art machen? Wie aber ein aufmerksamer Beobachter, wenn er einen Garten betritt, in welchem er Tausende von Pflanzen jeder Art und jedes Alters mit *allen* Abstufungen ihres Wuchses mit einem Blicke übersieht, wie er daraus, ohne eben jede einzelne dieser Pflanzen von ihrer Entstehung an bis zu ihrem Untergange verfolgt zu haben, doch schon die allmäligen Entwickelungen derselben erkennen und übersehn kann, ebenso werden auch wir, wenn wir den endlosen Garten des Himmels und die unzählbaren Gewächse desselben auf allen Stufen ihrer Entwickelungen erblicken, aus dieser Mannigfaltigkeit selbst ein Bild von dem allmäligen Wachsthume jener Körper entwerfen können. Auf welche Weise aber diese Entwickelung vor sich geht und durch welche Kraft sie bewirkt wird, das wissen wir nicht von den Körpern unserer Erde, wir wissen es von uns

selbst nicht, wie sollten wir es von jenen so weit entfernten und uns in allen Beziehungen so fremden Körpern des Himmels ergründen wollen! Ohne den dichten Schleier zu durchdringen, welchen die Mutter aller Dinge vor die beiden äufsersten finstern Kammern ihrer Werkstätte gezogen hat, in denen sie die Geburt und den Tod ihrer Geschöpfe bereitet, wollen wir uns begnügen, die Stufenfolgen zwischen jenen beiden äufsersten Endpuncten des Lebens aller Wesen, der Erde und des Himmels, mit unsern Augen zu erkennen. Unsere Fernröhre haben uns jenen weitverbreiteten chaotischen Urnebel gezeigt, der sich oft über viele Grade des Himmels beinahe gestaltlos dahin zieht. Aus ihm entwickeln sich an mehrern Stellen, wahrscheinlich durch die Attraction der in dem weiten Nebel enthaltenen Massen, einzelne überwiegende Theile, deren Gestalt zwar auch noch unbestimmt, deren Licht aber schon kräftiger ist. Dort scheinen sich diese helleren Stellen schon mehr aufgeklärt, von ihrem primitiven Stamme losgerissen und zu eignen, selbstständigen Körpern entwickelt zu haben, die aber noch immer die ursprüngliche Nebelnatur an sich tragen und gewöhnlich als kleinere, sehr schärfer begrenzte, hellere Nebel, unsern Schäferwölkchen gleich zu ganzen Lagern an ihrer ehemaligen Geburtsstätte stehen. Weiterhin finden wir diese bereits isolirten Nebel noch kleiner, von ihren Nachbarn bereits durch gröfsere Zwischenräume getrennt und gegen ihren Mittelpunct allmälig an Helle zunehmend. Wieder andere, schon Millionen Jahre ältere Nebel haben sich bereits zu einer Kugelgestalt abgerundet, zu Nebelkugeln, deren dichterer hellerer Mittelpunct sich allmälig dem Sternlichte nähert, aber doch noch von einer dichten Nebelhülle umgeben ist. In jenen andern ist diese Hülle von dem stärkern Centralpuncte bereits gröfstentheils absorbirt worden und der künftige Stern tritt schon rein und hell aus dem Reste seines Urstoffs hervor. Oft sieht man auch aus dem ehemaligen Nebel zwei oder auch mehrere solcher vorherrschenden Stellen heraustreten, die hier noch in ihre Hülle tief eingewickelt, dort aber, wo sie dieselbe bereits grofsentheils aufgezehrt und in sich aufgenommen haben, nur noch durch ein schwaches Nebelbild unter einander verbunden sind oder dasselbe in der Gestalt eines Schweifes, gleich einem Kometen, nach sich ziehn, bis endlich nach andern Millionen von

hren auch diese letzten Reste des frühern Zustandes verschwunden sind und der neue Stern als eigentliche Sonne im [illegible], strahlenden Lichte am Himmel prangt.

Uebrigens sind alle diese Gegenstände, so erhaben sie auch an sich selbst seyn mögen, zu weit aufser dem Bereiche aller unserer eigentlichen Beobachtung, daher wir sie auch in diesem Werke, welches nicht den Spielen der Phantasie, sondern nur unseren positiven Kenntnissen von der Natur gewidmet ist, nicht weiter verfolgen wollen.

L.

Verbindungen, chemische.

Compositiones chemicae; Combinaisons chimiques; *chemical combinations.* Die durch Affinität bewirkten Verbindungen ungleichartiger Stoffe zu gleichartigen Ganzen. S. *Verwandtschaft.*

G.

Verbindungen, organische.

Compositiones organicae; matières organiques; *organic compounds.* Die chemischen Verbindungen der einfachen Stoffe lassen sich in *unorganische* und *organische* eintheilen; beide enthalten dieselben Elemente, aber die Art, wie diese vereinigt sind, ist eine verschiedene. Es ist zwar noch nicht gelungen, zwischen beiden Classen von Verbindungen eine scharfe Grenzlinie zu ziehen, doch dienen zu ihrer Unterscheidung vorzüglich folgende Anhaltpuncte.

1) Die unorganischen Verbindungen sind vorzugsweise im Mineralreiche, die organischen in den Pflanzen und Thieren zu Hause. Jedoch finden sich im Mineralreiche auch viele organische Verbindungen, wie Steinkohle, Bernstein u. s. w., und in den Pflanzen und Thieren unorganische, zum Theil in großer Menge, wie Wasser, unorganische Salze u. s. w.

2) Die organischen Verbindungen werden fast blofs durch die lebenden Pflanzen und Thiere erzeugt, die unorganischen

bilden sich auch in der sogenannten todten Natur und daher auch künstlich darstellbar. Allein es ist in neueren ten geglückt, auch einige organische Verbindungen, wie Kl säure, Harnstoff, Moder u. a., durch die Kunst zu erzeug so wie man fast jede gegebene organische Verbindung in ei oder mehrere andere überzuführen vermag.

3) Die unorganischen Verbindungen können als bi betrachtet werden, die organischen als ternäre, quaternäre, q näre u. s. w., indem man annimmt, in den ersteren seyen i mer nur 2 Bestandtheile, dagegen in letzteren 3, 4, 5 u mehrere Bestandtheile unmittelbar mit einander vereinigt, oh zuvor binäre Verbindungen eingegangen zu haben. Allerdi halten viele unorganische Verbindungen mehr als 2 Elemen aber dennoch läfst sich an einem Beispiele leicht zeigen, d sie als binäre Verbindungen angesehn werden können. D krystallisirte schwefelsaure Natron hält 4 Elemente, nämli Natrium, Schwefel, Sauerstoff und Wasserstoff; es ist a eine binäre Verbindung von trocknem schwefelsaurem Natr und Krystallwasser; letzteres ist eine binäre Verbindung v Wasserstoff und Sauerstoff, ersteres von Schwefelsäure u Natron, die auch wieder binäre Verbindungen von Schwef und Sauerstoff und von Natrium und Sauerstoff sind. And verhält es sich mit den organischen Verbindungen. So b steht z. B. die für sich möglichst getrocknete Kleesäure aus Atomen Kohlenstoff, 1 Wasserstoff und 4 Sauerstoff. Di Verhältnisse sind zwar von der Art, dafs man die Kleesä als eine binäre Verbindung von 2 Atomen Kohlensäure und Wasserstoff oder von 2 Atomen Kohlenoxyd und 1 Wass stoffhyperoxyd betrachten könnte; allein sowohl die Unmö lichkeit, die Kleesäure aus den hier vorausgesetzten Bestan theilen zusammenzusetzen, als auch die Möglichkeit, hinsic lich einer solchen binären Zusammensetzung sehr viele A sichten aufzustellen, von welchen die eine oft nicht me Wahrscheinlichkeit hat, als die andere, sprechen für die A nahme, dafs sämmtliche Elemente sich unmittelbar zu ei organischen Verbindung vereinigen, die zwar bei verschied nen Zersetzungen in binäre Verbindungen zerfallen kan ohne dafs man jedoch deren Präexistenz in der organisch Verbindung anzunehmen hat. Aber auch diese Unterscheidu der unorganischen und organischen Verbindungen kann nic

ihr ganz genügen, seitdem es sich gezeigt hat, dafs viele Körper, die in allen übrigen Beziehungen als organische zu betrachten sind, namentlich viele flüchtige Oele, blofs aus 2 Elementen, dem Kohlenstoff und Wasserstoff, bestehn.

4) Die unorganischen Säuren sind Verbindungen von Sauerstoff oder von Wasserstoff mit einem einfachen *Säureradical*; so ist in der Schwefelsäure der Schwefel, in der Salzsäure das Chlor das Säureradical. Betrachtet man die organischen Säuren ebenfalls als Verbindungen von Sauerstoff oder Wasserstoff mit einem Säureradical, so findet es sich, dafs dieses zusammengesetzt ist. So läfst sich die Kleesäure betrachten als eine Wasserstoffsäure, im welcher 1 Atom Wasserstoff mit einem Radical verbunden ist, das aus 2 Atomen Kohlenstoff und 4 Sauerstoff besteht. Etwas Aehnliches liefse sich bei den übrigen organischen Säuren annehmen, und auch die Blausäure wäre hiernach zu den organischen Säuren zu zählen, deren Radical, das Cyan, aus Stickstoff und Kohlenstoff besteht. Auf gleiche Weise lassen sich die unorganischen und organischen Salzbasen unterscheiden; in erstern, blofs das Ammoniak ausgenommen, haben wir immer eine Verbindung von Sauerstoff mit einem einfachen Radical, einem Metall, in letztern wird eine Verbindung des Sauerstoffs mit einem aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff zusammengesetzten Radical anzunehmen seyn. Gelänge es, diese Ansicht auf alle organische Verbindungen auszudehnen, so begriffe die unorganische Chemie die einfachen Radicale und deren Verbindungen, die organische die zusammengesetzten Radicale und deren Verbindungen.

Die Elemente, welche die organischen Verbindungen zusammensetzen, sind vorzüglich: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff. Von ihnen ist der Kohlenstoff das wesentlichste, da er das einzige Element ist, welches in keiner Verbindung fehlt, die man als organisch betrachten könnte. Er bildet mit Stickstoff das Cyan und Mellon, die nach der unter 4 entwickelten Ansicht als organisch anzusehn sind, und mit Wasserstoff mehrere flüchtige Oele. Die meisten ternären organischen Verbindungen bestehn aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, die quaternären halten aufserdem noch Stickstoff, aber noch viele andere Elemente finden sich in theils natürlich vorkommenden, theils künstlich umgewan-

delten organischen Verbindungen, z. B. Chlor, Brom, J, Schwefel, Phosphor und Metalle, welche Elemente ... den Wasserstoff, bald den Sauerstoff vertreten. So be... der Aether aus 4 C, 5 H, 1 O[1], die Salznaphtha ... 4 C, 5 H, 1 Cl., und während die getrocknete Klee... 2 C, 1 H und 4 O hält, so hält der sogenannte ge... nete kleesaure Kalk 2 C, 1 Ca und 4 O, also ist in ... Salznaphtha der O des Aethers durch Chlor vertreten un... dem trocknen kleesauren Kalke der Wasserstoff der Klee... durch Calcium.

Sehr viele organische Verbindungen, die sich in ... Eigenschaften wesentlich unterscheiden, sind aus denselben ... menten und nach demselben Verhältnisse zusammengesetzt ... halten z. B. Paraffin, Rosencampher, Ceten, Wachsöl, W... öl und einige andere Verbindungen 6 Theile Kohlenstoff ... 1 Wasserstoff. Diese auffallende Erscheinung ist theils aus ... *Isomerie*, theils und vorzüglich aus der *Polymerie* zu ... klären[2].

Die Affinität, durch welche die Elemente zu organisch... Verbindungen vereinigt sind, ist geringer, als diejenige, ... möge welcher unorganische Verbindungen entstehn; daher ... erstere sehr geneigt sich zu zersetzen. Die wichtigsten Z... setzungen derselben sind folgende.

1) Die *freiwillige Zersetzung*, wohin die verschieden... Gährungs- und Fäulnifs-Processe gehören, erfolgt bei ... wöhnlicher Temperatur und bei Gegenwart von Luft und W... ser. Hierbei nehmen die organischen Verbindungen meist ... Sauerstoff aus der Luft auf und verwandeln sich theils in ...

---

1 Bei diesen Zahlen und Zeichen, die in diesem Artikel ... vorkommen, ist Folgendes zu Grunde gelegt, was im Artikel ... *wandtschaft* ausführlicher auseinandergesetzt ist. Wenn man anni... 1 Atom H, d. h. Wasserstoff, wiege 1, so wiegt 1 Atom C, d... Kohlenstoff, 6; 1 At. O, d. h. Sauerstoff, 8; 1 At. N, d. h. Sti... stoff, 14; 1 At. Cl., d. h. Chlor, 35,5; 1 At. Br., d. h. Brom, 7... 1 At. J., d. h. Iod 126,0 und 1 At. S, d. h. Schwefel, 16. Der Ae... besteht hiernach aus $4 . 6 = 24$ Theilen Kohlenstoff, $5 . 1 = 5$ The... Wasserstoff und $1 . 8 = 8$ Theilen Sauerstoff, und die Salznaph... aus 24 Theilen Kohlenstoff, 5 Theilen Wasserstoff und 35,5 The... Chlor.

2 S. Art. *Verwandtschaft*.

in organische Verbindungen, theils in unorganische Verbindungen und Elemente, wie Wasser, Kohlensäure, Kohlenwasserstoff, Ammoniak, Salpetersäure, Stickgas, Wasserstoffgas u. s. w. Frostkälte, Austrocknung, Abhaltung der Luft und Zusatz verschiedener Stoffe, mit welchen die organischen Körper dauerhaftere Verbindungen eingehn, hindern diese Selbstentmischung.

2) Die *trockene Destillation*, d. h. Erhitzung derjenigen organischen Körper, welche nicht bei niederer Temperatur verdampfen, bei abgehaltener Luft, zersetzt sie theils in neue organische Verbindungen, wie brenzliches Oel, Essigsäure u. s. w., theils in unorganische Verbindungen und einfache Stoffe, wie Wasser, Ammoniak, Kohlenoxyd -, kohlensaures, Kohlenwasserstoff -, ölerzeugendes, Stick - und Wasserstoffgas, und es bleibt ein groſser Theil des Kohlenstoffes in Gestalt von Kohle zurück.

3) Fast alle organische Verbindungen verbrennen beim Erhitzen an der Luft unter Feuerentwicklung, weil der in ihnen enthaltene Sauerstoff niemals hinreicht, um allen Kohlenstoff in Kohlensäure und allen Wasserstoff in Wasser zu verwandeln. Geht die Verbrennung vollständig vor sich, so lösen sie sich dabei in Kohlensäure und Wasser und, wofern sie Stickstoff enthalten, in Stickgas auf und die ihnen beigemengt gewesenen unorganischen Stoffe bleiben als Asche zurück.

4) Chlor, Brom und Iod zersetzen die meisten organischen Verbindungen, oft schon bei gewöhnlicher Temperatur, durch ihre groſse Affinität zum Wasserstoff, den sie denselben entziehn.

5) Salpetersäure zersetzt sie vorzüglich durch Abtreten von Sauerstoff an den Kohlenstoff und Wasserstoff, was oft unter starker Wärme - und selbst Feuerentwicklung erfolgt; es entstehn hierbei vorzüglich Salpetergas, kohlensaures Gas, Wasser, Blausäure, Essigsäure und Kleesäure.

6) Concentrirte Schwefelsäure erzeugt vermöge ihrer groſsen Affinität zu Wasser und Ammoniak diese aus den Bestandtheilen der organischen Verbindung, wodurch dieselbe relativ kohlenstoffreicher und dunkler gefärbt wird, und erzeugt auch durch Abtreten von Sauerstoff an den Kohlenstoff der Verbindung Kohlensäure und schweflige Säure. Die

Phosphor-, Salz- und Flufssäure wirken auch vorzüglich Bildung von Wasser und Ammoniak zersetzend.

Die organischen Verbindungen lassen sich in stick freie und stickstoffhaltende abtheilen. Da erstere den ten Theil der Pflanzen, letztere der Thiere bilden, so h erstere oft *vegetabilische* Stoffe, letztere *animalische*, wohl die Pflanzen auch stickstoffhaltige Stoffe enthalten, Kleber, und die Thiere stickstofffreie, wie Fett. Es fol eine kurze Uebersicht der wichtigsten organischen Verbi gen, mit Angabe ihrer stöchiometrischen Zusammensetzu dem Zustande, wie sie durch möglichst starkes Austro für sich erhalten werden.

A. Stickstofffreie organische Verbindun

a) Stickstofffreie organische Säuren.

1) *Kleesäure* (2C, 1H, 4O); die stärkste orga Säure, von äufserst saurem Geschmack, in gröfserer Dos tig. Sublimirt sich in der Hitze zum Theil unzersetzt in losen Nadeln, zerfällt dabei zum Theil in Kohlenoxyd, lensäure, Wasser und Ameisensäure. Entwickelt bei hitzen mit Vitriolöl, welches Wasser aufnimmt, gleiche Kohlenoxyd- und kohlensaures Gas. Krystallisirt au wässerigen Lösung in wasserhaltenden geraden rhomboid Säulen. Schlägt den Kalk aus allen neutralen Kalksalze mentlich auch aus der Gypslösung nieder. Liefert mi meisten Salzbasen unlösliche Salze; das *Sauerkleesalz* ist pelt-kleesaures Kali.

2) *Traubensäure* (4C, 3H, 6O). Sehr sauer; ze sich beim Erhitzen vollständig, wobei aufser brenzliche u. s. w. auch Brenztraubensäure und Brenzweinsäure ge werden. Krystallisirt mit Wasser in schiefen rhomboidi Säulen, schlägt aus der Gypslösung den Kalk nieder, viel langsamer, als Kleesäure.

3) *Weinsäure* (4C, 3H, 6O), also isomer mit bensäure. Wasserhelle schiefe rhombische Säulen, sehr über 100° schmelzbar, liefert in der Hitze dieselben Pro wie die Traubensäure, fällt zwar das Kalkwasser, aber, allen übrigen nachfolgenden Säuren, nicht den schwefels

[Weinsäur]e. Der *Weinstein* ist doppelt-weinsaures Kali, das *Sei-*[gne]*ttesalz* ist weinsaures Natron-Kali, der *Brechweinstein* ist [we]insaures Antimonoxyd-Kali.

4) *Schleimsäure* (6 C, 5 H, 8 O). Krystallinisch-körnig, [v]on schwachsaurem Geschmack, liefert bei der trocknen De[sti]llation Brenzschleimsäure, löst sich in 60 kochendem Was[se]r, bildet meistens unlösliche Salze; fällt das Kalkwasser und [de]n salzsauren Kalk.

5) *Citronensäure*, die nicht verwitternde krystallisirte ([4]C, 3 H, 5 O). Sehr sauer; liefert bei der trocknen Destilla[tio]n Brenzcitronensäure; leicht in Wasser löslich, trübt das Kalkwasser bloſs in der Wärme.

6) *Aepfelsäure.* Mit der Citronensäure isomer; sehr [sau]er, schwierig krystallisirend, sehr zerflieſslich, liefert in der Hitze Brenzäpfelsäure, trübt Kalkwasser auch in der Wär[m]e nicht, giebt mit Bleioxyd ein in heiſsem Wasser lösliches, [i]n feinen Nadeln krystallisirendes Salz, während die Verbin[du]ngen des Bleioxyds mit allen zuvor betrachteten Säuren nicht [i]n Wasser löslich sind.

7) *Chinasäure* (15 C, 10 H, 10 O). Krystallinisch, sehr [sau]er, leicht in Wasser löslich, erzeugt bei der trocknen De[sti]llation Brenzchinasäure, bildet mit sämmtlichen Salzbasen [le]icht in Wasser lösliche Salze.

8) *Ameisensäure* (2 C, 2 H, 4 O). Wasserhelle Flüssig[ke]it von ätzend saurem Geruch und Geschmack, unzersetzt [ver]dampfbar, beim Erhitzen mit Vitriolöl in Wasser und Koh[len]oxydgas und beim Erhitzen mit wässerigem salpetersaurem Quecksilberoxydul unter Fällung von metallischem Quecksilber in Wasser und Kohlensäure zerfallend, mit Wasser in jedem Verhältnisse mischbar und nur lösliche Salze bildend.

9) *Essigsäure* (4 C, 4 H, 4 O). Krystallisirt im concen[tri]rten Zustande als *Eisessig* unter 15° in wasserhellen Ta[fe]ln, erscheint bei höherer Temperatur als wasserhelle Flüs[si]gkeit von 1,063 spec. Gewicht, siedet bei 119° und ver[da]mpft unzersetzt, riecht und schmeckt sehr sauer. Mischt sich mit Wasser nach jedem Verhältnisse (der Essig ist als [ver]dünnte Essigsäure zu betrachten). Liefert mit Salzbasen [le]icht in Wasser lösliche Salze, welche mit verdünnter Schwe[fel]säure den Geruch nach Essigsäure entwickeln, das salzsaure [Eis]enoxyd gelbroth färben und mit salpetersaurem Queck-

silberoxydul und Silberoxyd einen weifsen, perlglänze schuppigen Niederschlag geben. Die gebräuchlichsten sind das wässerige essigsaure Ammoniak (*Spiritus Minde* das essigsaure Kali, durch grofse Zerfliefslichkeit ausgez net (*Terra foliata tartari*), das einfach-essigsaure Blei durch Löslichkeit in Weingeist vom ameisensauren Bleioy terschieden (*Bleizucker*), das wässerige drittel-essigsaure oxyd (*Bleiessig*), das einfach-essigsaure Kupferoxyd (*kry lisirter Grünspan*) und das basisch-essigsaure Kupferoxyd *meiner Grünspan*).

10) *Milchsäure* (6 C, 6 H, 6 O). Farbloser, geru ser, sehr saurer Syrup, liefert bei der trocknen De tion aufser den gewöhnlichen Producten ein weifses Sub (6 C, 4 H, 4 O), wenig in Wasser löslich, aber bei läng Kochen mit Wasser wieder in Milchsäure übergehend. zeugt ebenfalls lauter in Wasser lösliche Salze.

11) *Meconsäure* (7 C, 2 H, 7 O). Krystallisirt mit ser in farblosen Schuppen; geruchlos, von mäfsig saurem bitterlichem Geschmacke. Löst sich leicht in Wasser, e Eisenoxydsalzen eine lebhaft rothe Farbe; bildet mit me ren Salzbasen schwer in Wasser lösliche Salze. Beim hitzen für sich schmilzt sie und liefert ein Sublimat *Brenzmeconsäure* (10 C, 4 H, 6 O); beim Kochen Wasser verwandelt sie sich unter Entwickelung von Koh säure in *Metameconsäure* (12 C, 4 H, 10 O), welche b Säuren ebenfalls die Eisenoxydsalze röthen.

12) *Gallussäure* (7 C, 3 H, 5 O). Farblose Nadeln, schwach saurem und herbem Geschmacke; zieht, mit wässeri Alkalien gemischt, aus der Luft Sauerstoff an und zer sich in Humin mit erst rother oder grünblauer, dann bra Färbung; löst sich in 20 kaltem Wasser; giebt mit E und schweren Metalloxyden unlösliche Verbindungen, sch mehrere der letztern aus ihren Auflösungen in andern Sä mit eigenthümlichen Farben nieder und fällt nament Eisenoxydsalze blauschwarz. Schmilzt beim Erhitzen zerfällt bei 210° in Kohlensäure und sich in zarten weif Blättchen sublimirende *Brenzgallussäure* (6 C, 3 H, 3 während sie, bis über 240° erhitzt, unter Entwicklung Kohlensäure und Wasser in eine braune, geschmacklose, ni

Wasser, aber mit brauner Farbe in Alkalien lösliche Säure, in *Metagallussäure* (6 C, 2 H, 2 O), umgewandelt wird.

13) Die *Brenzweinsäure* (5 C, 4 H, 4 O), *Brenztraubensäure* (6 C, 4 H, 6 O) (?), *Brenzschleimsäure* (10 C, 4 H, 6 O), *Brenzcitronensäure* (5 C, 3 H, 4 O) (?), *Brenzäpfelsäure* (4 C, 2 H, 4 O) und *Brenzchinasäure* erscheinen, mit Ausnahme der Brenztraubensäure, welche sich als ein Syrup darstellt, in farblosen Krystallen von mäfsig saurem Geschmack und sind alle unzersetzt verdampfbar.

14) *Bernsteinsäure* (4 C, $2\frac{1}{2}$ H, $3\frac{1}{2}$ O). Wasserhelle [illegible] rhombische Säulen, schmelzbar, ohne Zersetzung verdampfbar, schwach sauer, in 24 kaltem Wasser löslich, fällt, an Alkalien gebunden, die Eisenoxydsalze bräunlich gelb.

15) *Benzoesäure* (14 C, 6 H, 4 O). Krystallisirt in weißen perlglänzenden Blättchen, schmeckt weniger sauer, als [illegible], schmilzt leicht, verdampft unzersetzt in zum Husten [illegible]den Dämpfen, verbrennt mit lebhafter Flamme, läfst sich als eine Verbindung von *Benzoyl* (14 C, 5 H, 2 O) mit [illegible]stoff und Krystallwasser betrachten. Zerfällt beim Erhitzen mit überschüssigem Kalk in Kohlensäure, die beim Kalk bleibt, und in übergehendes *Benzin* (12 C, 6 H), ein [illegible], in der Kälte krystallisirendes flüchtiges Oel. Löst sich in 200 kaltem Wasser, leichter in Weingeist; verhält sich gegen Eisenoxydsalze wie Bernsteinsäure. Mit ihr ist die *[illegible]säure* (18 C, 8 H, 4 O) sehr nahe verwandt.

16) Die *Camphersäure* (10 C, 7 H, 3 O) und die *Korksäure* (8 C, 7 H, 4 O) sind krystallinisch, schmelzbar, verdampfbar, sehr wenig sauer, wenig in Wasser, leicht in Weingeist löslich.

17) Bei der Verseifung der Fette entstehen theils *fixere Säuren*, in der Kälte krystallinisch, fettig anzufühlen, in höherer Temperatur einem fetten Oele gleichend, Lackmus schwach röthend, gleich Fetten verbrennend, wenig oder nicht in Wasser, leicht in Weingeist und Aether löslich, mit Alkalien seifenartige Verbindungen erzeugend; theils *flüchtigere Säuren*, den flüchtigen Oelen an Consistenz und Verdampfbarkeit ähnlich, von durchdringendem Geruch, wenig sauer, ziemlich gut in Wasser, aber viel besser in Weingeist löslich. Zu den [illegible] gehören vorzüglich: *Talgsäure* (35 C, $34\frac{1}{2}$ H, $3\frac{1}{2}$ O), *Margarinsäure* (35 C, 33 H, 4 O) und *Oelsäure* (35 C, 30 H,

$3\frac{1}{2}$ O). Zu den flüchtigern sind zu rechnen: *Delphi*[...] (10 C, 8 H, 4 O), *Buttersäure* (8 C, 6 H, 4 O), *Capronsäure* [...] 10 H, 4 O), *Caprinsäure* (18 C, 15 H, 4 O) und ein[...] dere. Diesen flüchtigern Säuren sind nahe verwandt [...] türlich vorkommende *Baldriansäure* (10 C, 5 H, 4 O [...] die *Ulminsäure* (12 C, 6 H, 4 O).

b) Nicht saure stickstofffreie organische [...] bindungen.

1) *Weingeist, Alkohol* (4 C, 6 H, 2 O). Im [...] freien oder absoluten Zustande eine wasserhelle dün[...] sigkeit, von 0,791 spec. Gew. bei 20°, selbst bei — 90[...] gefrierend, unter dem Luftdruck von 0,76 Meter b[...] siedend, von starkem Geruch und Geschmack. Zerfällt, [...] eine glühende Röhre geleitet, fast ganz in ein Gemen[...] Kohlenoxyd-, Kohlenwasserstoff- und Wasserstoffgas; [...] brennt mit blasser, nicht rufsender Flamme, welche, mit [...] stoffgas angefacht, wie dieses in Marcet's *Gebläse* der [...] einen sehr hohen Hitzegrad zeigt. Gelangt sein mit L[...] mengter Dampf an einen glühenden spiralförmigen fein[...] tindraht, so erfolgt an dessen Oberfläche eine langsa[...] brennung, durch welche der Draht glühend erhalten wi[...] der Weingeist nicht ganz in Wasser und Kohlensäure, [...] dern zum Theil auch in ein Gemisch von Aldehydsä[...] Ameisensäure verwandelt wird (*Lampe ohne Flamme*). [...] Weingeist mischt sich mit Wasser nach jedem Verhäl[...] unter geringer Verdichtung und Wärmeentwicklung, erh[...] durch ein gröfseres spec. Gew. und einen höhern Sied[...] läfst bei starker Kälte einen Theil des Wassers heraus[...] ren und läfst sich von ihm durch Destillation für si[...] theilweise befreien, durch Destillation über vielem Chlor[...] vollständig. Setzt man den in einer Thierblase einge[...] senen wässerigen Weingeist der warmen Luft aus, so v[...] stet durch die Wandungen derselben fast blofs Wasser u[...] Weingeist bleibt endlich in entwässertem Zustande z[...] Auch im luftleeren Raume neben gebrannten Kalk g[...] welcher vorzugsweise die Wasserdämpfe verschluckt, wi[...] Weingeist entwässert. Der Weingeist absorbirt die G[...] geringerer Menge, als das Wasser, löst sehr wenig Ph[...]

chwefel, sehr viel Iod, mischt sich mit den meisten ·, löst Kali, Natron, sehr viele Salze, auch mehrere efel-, Iod-, Brom- und Chlor-Metalle, doch gröfsten- weniger, als das Wasser; solche Lösungen geben in der bisweilen Krystalle, welche den Weingeist auf ähnliche gebunden enthalten, wie aus Wasser krystallisirte Stoffe Krystallwasser.

Mischt man Weingeist mit concentrirter Schwefelsäure, unter starker Wärmeentwicklung erfolgt, so findet sich im ch aufser unveränderter Schwefelsäure eine eigenthüm- säure, die *Weinschwefelsäure* (4 C, 5 H, 1 O + 2 S, 6 O), mit Wasser einen sauren Syrup darstellt, mit sämmt- Salzbasen leicht lösliche Salze erzeugt und bei stärke- hitzen mit Wasser wieder in Weingeist und Schwefel- zerfällt. Aehnlich verhält sich die Phosphorsäure.

eim Erhitzen von Weingeist mit überschüssigem Vi- entwickelt sich vorzüglich ölerzeugendes Gas, *Weinöl* 4 H) und schwefligsaures Gas, unter Verkohlung des ands. Beträgt dagegen das Vitriolöl nicht viel mehr, Weingeist, so zerfällt dieser in Aether und Wasser, beide übergehn. Der so erhaltene *Aether* oder *Schwe-* (4 C, 5 H, 1 O) ist eine sehr dünne, wasserhelle gkeit von 0,700 spec. Gewicht, nicht leicht gefrierend, 7,7 kochend, von höchst durchdringendem Geruch und ack. Er verbrennt mit lebhafter, nicht leicht rufsen- amme, liefert bei der unvollkommenen Verbrennung e Producte, wie der Weingeist, entflammt sich im s, wird durch concentrirte Sapetersäure mit Heftigkeit und verhält sich beim Erhitzen mit Vitriolöl auf die- Weise, wie Weingeist mit überschüssigem Vitriolöl. Mit geschüttelt bildet er eine untere Schicht, welche eine g von 1 Aether in 10 Wasser, und eine obere, wel- her ist, der ein wenig Wasser enthält. Er löst den r und Schwefel etwas reichlicher, als der Weingeist, und Natron in sehr geringer Menge, und auch die d die Schwefel-, Iod-, Brom- und Chlor-Metalle viel weniger, als der Weingeist. Mit Weingeist mischt nach jedem Verhältnisse.

itet man den Aether durch eine glühende Röhre, so , aufser brennbaren Gasen, vorzüglich das *Aldehyd*

(4 C, 4 H, 2 O), eine wasserhelle Flüssigkeit von 0,790 sp
Gew., bei 21°,5 siedend, von erstickendem Geruch,
blauer Flamme verbrennend, sich allmälig an der Luft
Aldehydsäure (4 C, 4 H, 3 O), dann in Essigsäure verw
delnd, das Silberoxyd in der Wärme reducirend und mit
wärmtem Kali ein braunes Harz erzeugend.

Bei der Destillation des Weingeistes mit Wasserstoff
ren erhält man häufig solche Aether- oder Naphtha-A
welche die Zusammensetzung des Schwefeläthers haben,
dafs dessen Sauerstoff durch das Radical der Wasserstoff
vertreten wird. So die *Salznaphtha* (4 C, 5 H, 1 Cl.),
gezeichnet durch ihren niedrigen Siedpunct, schon bei 12°,
Hydrobromnaphtha (4 C, 5 H, 1 Br.) und die *Hydriodn*
tha (4 C, 5 H, 1 J), die nicht entzündlich ist und ein
Gewicht von 1,92 besitzt.

Mit der Salpetersäure bildet der Weingeist, aufser
Zersetzungsproducten, die *Salpeternaphtha* (4 C, 5 H,
1 N), als Verbindung von Aether mit untersalpetriger S
zu betrachten, bei 21° siedend. Auch viele organische
ren, wie Kleesäure, Ameisensäure, Essigsäure, Benzoe
u. s. w., bilden mit Weingeist, besonders bei Gegenwart
etwas Schwefel oder Salzsäure, Naphthaarten, welche als V
bindungen von Aether mit der organischen Säure, wenig
Atom Wasser, betrachtet werden können.

Durch Behandeln des Weingeistes mit überschüssig
Chlor wird derselbe erst in *schwere Salznaphtha*, dann
Chloral (4 C, 1 H, 3 Cl, 2 O) verwandelt, gleichsam Aldeh
in welchem 3 H durch 3 Cl. vertreten sind, eine ölige Fl
sigkeit, von 1,5 spec. Gew., bei 94°,4 siedend, mit Wa
ein weifses krystallisirendes Hydrat bildend und bei der
handlung mit wässerigen Alkalien in ameisensaures Alkali
in *Chloroform* (2 C, 1 H, 3 Cl.), eine ähnliche ölige Flüs
keit, zerfallend. Ganz ähnliche Verhältnisse wie das Cl
zeigt das Brom gegen Weingeist.

Durch Destillation von weinschwefelsaurem Baryt mit d
pelt-hydrothionsaurem Baryt erhält man das *Mercaptan* (4
6 H, 2 S), also Weingeist, in welchem der Sauerstoff du
Schwefel vertreten ist, eine farblose Flüssigkeit von 0,842 s
Gewicht, von höchst durchdringend widrigem Geruch.
Xanthogensäure (6 C, 6 H, 2 O, 4 S), ein sehr übelriechen

d, welches sich beim Zusammenbringen von Schwefelkohlenstoff mit Weingeist und Kali erzeugt, ist als eine Verbindung von Weingeist und Schwefelkohlenstoff zu betrachten. Das Alkarsin (4 C, 6 H, 2 As), also Weingeist, dessen Sauerstoff durch Arsenik vertreten ist, entsteht bei der Destillation von essigsaurem Kali mit arseniger Säure und stellt eine wasserhelle Flüssigkeit von 1,462 spec. Gewicht und höchst widrigem Geruch dar, die bei 150° kocht und sich bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft rasch entzündet. Durch Abdampfen des Weingeistes mit salzsaurem Platinoxyd erhält man das entzündliche *Chlorplatin* (4 C, 4 H, 2 Cl, 2 Pt), blafsgelb, sich beim Erhitzen an der Luft entflammend, mit Salmiak und einigen Chlormetallen zu leicht löslichen Krystallen verbindbar.

2) *Holzgeist* (2 C, 4 H, 2 O), im rohen Holzessig enthalten, dem Weingeist ähnlich, von 0,798 spec. Gewicht und 66°,5 Siedpunct, mit blafsblauer Flamme verbrennend. Erleidet durch Einwirkung verschiedener Stoffe ähnliche Umwandlungen, wie der Weingeist. So entsteht beim Erhitzen mit Vitriolöl unter Wasserbildung der *Methylenäther* (2 C, 3 H, 1 O), der jedoch ein mit blasser Farbe verbrennbares Gas darstellt; beim Erhitzen des Holzgeistes mit Wasserstoffsäuren entstehn Naphtha-Arten, welche 2 C und 3 H auf 1 At. des Säureradicals enthalten, und beim Erhitzen mit flüchtigen Sauerstoffsäuren erhält man Verbindungen von Methylenäther mit diesen Säuren. Aufser dem Holzgeist enthält der rohe Holzessig noch eine andere weingeistähnliche Flüssigkeit, das *Lignon* (2 C, 2 H, 1 O) (?) von 0,836 spec. Gew., bei 61°,2 siedend, mit hellerer Flamme verbrennend. Endlich gehört auch noch zu diesen dem Weingeist ähnlichen Flüssigkeiten der *Essiggeist* oder das *Aceton* (3 C, 3 H, 1 O), der bei der trocknen Destillation essigsaurer Salze übergeht, von 0,792 spec. Gewicht, 56° Siedpunct, mit hellerer Flamme verbrennend und mit Säuren wiederum viele eigenthümliche Zersetzungsproducte liefernd.

3) *Flüchtiges oder ätherisches Oel.* Begreift eine sehr grofse Zahl in ihren Eigenschaften vielfach abweichender, vorzüglich im Pflanzenreiche vorkommender Stoffe. Läfst sich nach seinem verschiedenen Schmelzpuncte in flüssiges und in festes flüchtiges Oel eintheilen.

a) *Flüssiges flüchtiges Oel*, *Elaeopten*. Dünnes, m farbloses Oel, nicht oder nur in der stärksten Kälte zum frieren zu bringen, von 0,627 bis 1,094 spec. Gewicht, z schen — 18° und + 300° siedend und gröſstentheils unzer verdampfend, von mannigfachem, durchdringendem Geruche gewürzhaftem, oft feurigem Geschmacke. Verbrennt mit lebha stark ruſsender Flamme, zersetzt sich an der Luft und d Salpetersäure, welche eine oft bis zur Entflammung geh Erhitzung bewirkt, giebt mit Vitriolöl gewöhnlich ein di braunes Gemisch unter Entbindung von Wärme und schw ligsaurem Gas. Es bedarf gegen 1000 Theile Wasser zur L sung, löst Phosphor und Schwefel reichlicher, als der Aet löst sehr wenige Säuren und Salze und ist leicht in Wein Aether, Holzgeist, Lignon und Aceton löslich. Manche flüc Oele halten bloſs Kohlenstoff und Wasserstoff, andere zug ein wenig Sauerstoff. Viele, sonst groſse Verschiedenh zeigende flüchtige Oele haben dieselbe procentische Zusa mensetzung, was auf Isomerie und Polymerie zu beziehn ist

α) *Brenzliches oder empyrheumatisches Oel*. Meist üb riechend; entsteht beim Einwirken höherer Temperatur a andere organische Verbindungen, besonders bei der trocken Destillation. Das hierbei erhaltene Product ist meistens e Gemisch aus verschiedenen Oelen, deren Scheidung erst neuerer Zeit zum Theil gelungen ist. Das beim Einwirk der Hitze auf Fette erzeugte und zur Beleuchtung bestimm Oelgas setzt bei starker Compression ein öliges Gemisch v zwei flüssigen Oelen und einer Campherart ab, wovon das flüc tigere Oel (1 C, 1 H) von allen Oelen das geringste sp Gewicht, 0,625, und den niedrigsten Siedpunct, zwisch — 18° und 0°, besitzt. Das zwar im Mineralreich vorkom mende, aber höchst wahrscheinlich durch unvollkommene Ve brennung von Steinkohle oder andern organischen Resten e zeugte Steinöl (1 C, 1 H) zeigt 0,758 spec. Gew. und da über und siedet bei 85°,5 und darüber. Dieselbe Zusamme setzung und ähnliche Eigenschaften besitzen. das bei viele Gelegenheiten entstehende *Eupion* von 0,740 spec. Gew., b ungefähr 100° siedend, schwach, nicht unangenehm riechen und das bei der Destillation des Wachses gebildete *Wachsö* Durch Destillation des Kautschuk erhält man das *Kautschi* (10 C, 8 H). Das *Kreosot* (14 C, 9 H, 2 O), welches sich b

der trocknen Destillation vieler organischer Körper erzeugt, hat 1,037 spec. Gew., eignet sich wegen starker lichtbrechender Kraft zu optischen Zwecken, siedet bei 203°, riecht stark nach Rauch, schmeckt äufserst brennend und wirkt sehr scharf. Das Picamar ist durch unerträglich bittern Geschmack ausgezeichnet.

β) *Natürlich vorkommendes flüchtiges Oel.* Begreift vorzüglich folgende Gruppen:

Bitterliches Oel. Riecht mehr unangenehm als angenehm, wirkt krampfstillend, ist leichter als Wasser, findet sich vorzüglich in den stinkenden Schleimharzen, den Syngenesisten, dem Baldrian und der Raute.

Süfsliches Oel. Leichter als Wasser, von süfslichem und mild gewürzhaftem Geschmack, vorzüglich in den Schirmpflanzen zu Hause.

Leichtes gewürzhaftes Oel. Leichter als Wasser, von feurigem Geschmacke, sehr verbreitet. Das *Citronenöl*, *Terpentinöl*, *Wacholderöl*, *Sadebaumöl* und das *Oel des Copaivabalsams* haben alle die Zusammensetzung (5 C, 4 H) oder (10 C, 8 H). Andere hierher gehörige Oele halten zugleich etwas Sauerstoff; so ist das *Cajeputöl* (10 C, 9 H, 1 O) und das *Pfeffermünzöl* (12 C, 10 H, 1 O).

Schweres gewürzhaftes Oel. Schwerer als Wasser, von feurigem Geschmacke. Das *Gewürznelkenöl* (20 C, 13 H, 5 O) geht mit Salzbasen salzähnliche Verbindungen ein, eine Eigenschaft, die nur sehr wenigen flüchtigen Oelen zukommt. Das *Zimmetöl* (18 C, 8 H, 2 O) verwandelt sich an der Luft unter Aufnahme von noch 2 O in krystallisirte *Zimmetsäure* (18 C, 8 H, 4 O) und wird als eine Verbindung von *Cinnamyl* (18 C, 7 H, 2 O) mit 1 H betrachtet, während die krystallisirte Zimmetsäure als eine Verbindung von Cinnamyl mit 1 O und 1 Krystallwasser angesehn wird. Auch das von seinem Blausäuregehalte befreite *Bittermandelöl* (14 C, 6 H, 2 O) gehört hierher, welches sich an der Luft in krystallisirte Benzoesäure (14 C, 6 H, 4 O) verwandelt und als eine Verbindung von *Benzoyl* (14 C, 5 H, 2 O) mit 1 H, als *Benzoylwasserstoff* anzusehn ist, während wiederum in der krystallisirten Benzoesäure eine Verbindung von Benzoyl mit 1 At. Sauerstoff und 1 At. Krystallwasser anzunehmen wäre.

Betäubendes Oel. Hierher gehören vorzüglich das *Fuselöl* des Kartoffelbranntweins (5 C, 6 H, 1 O), bei 125° siedend,

und die flüchtigen Oele, welchen der Hopfen, der Thee der Safran ihre narkotische Wirkung verdanken; nur das Safrans ist schwerer als Wasser.

Scharfes Oel. Schwerer als Wasser, von blasenzieh der Wirkung. Das scharfe Princip der Cruciferen und Al ceen. Scheint wesentlich Stickstoff und Schwefel zu enth ten, da wenigstens das Senföl hält: (4 N, 32 C, 20 H, 5 S).

b) *Festes flüchtiges Oel, Campher, Stearopten.*

Dem flüssigen flüchtigen Oel in den meisten Beziehu sehr ähnlich, jedoch bei gewöhnlicher Temperatur fest, der Wärme zu einem Oel schmelzend, auch von höh Siedpuncte und meistens von geringerem Geruch und schmack. Findet sich häufig im flüssigen Oel gelöst und k stallisirt in der Kälte heraus. Bildet sich auch bisweilen der trocknen Destillation.

Scharfe Campherarten: *Anemonencampher*, das sch Princip der Anemonen; *Haselwurzcampher* (16 C, 11 H, 4 in der Haselwurz; *Alantcampher* in der Alantwurzel.

Gewürzhafte Campherarten: *Anis- und Fenchelcamph* (10 C, 6 H, 1 O), aus dem Anis- und Fenchelöl krystalli rend; *Rosencampher* (1 C, 1 H) im Rosenöl.

Terpentincampher (10 C, 10 H, 2 O), sich im Terpenti öl durch Wasseraufnahme erzeugend; *Pfeffermünzcamph* (10 C, 10 H, 1 O) im Pfeffermünzöl; *Cubebencampher* (16 14 H, 1 O) im Cubebenöl; *Tonka-Campher* oder *Cumari* (10 C, 3 H, 2 O), das wohlriechende Princip der Tonkabohn *gemeiner Campher* (10 C, 8 H, 1 O) vom Campherbaum *Nelkencampher* (20 C, 12 H, 4 O), aus dem Nelkenöl kry stallisirend; *Naphthalin* (5 C, 2 H), beim Einwirken der Glüh hitze auf mehrere organische Körper, besonders auf Steinkohl erzeugt, und viele andere. Die bekannteste von diesen Cam pherarten ist der gemeine Campher, welcher in regelmäfsige Oktaedern von 0,9887 spec. Gew. anschiefst, bei 175° schmilzt bei 204° siedet, durch erhitzte Salpetersäure in Camphersäur zersetzt wird, sich in 1000 Theilen Wasser löst, sich mi Phosphor und Schwefel zusammenschmelzen läfst, sehr reich lich von kalter concentrirter Schwefel-, Salz-, Salpeter- und

säure gelöst wird, daraus durch Wasser fällbar und auch leicht in Weingeist (zu *Camphergeist*), Aether und flüch- und fetten Oelen löslich ist.

4) *Fett.* Farblos, im festen Zustande meist krystallinisch ... anzufühlen, leichter als Wasser, zwischen — 20 + 175° zu einem farblosen Oele schmelzend, erst über ... und sich dabei mehr oder weniger zersetzend, geruch- und geschmacklos, mit lebhafter, wenig rufsender Flamme ver- ...bar, durch Salpetersäure und Schwefelsäure zersetzbar, nicht ... Wasser, wässerigen Säuren und wässerigen Alkalien löslich, ... in Schwefelkohlenstoff, Weingeist, Aether und flüch- Oelen, und mit Phosphor und Schwefel verbindbar. ... entweder auch bei längerem Kochen mit wäfsrigen Al- ... unverändert und ungelöst, *unverseifbares* Fett, oder durch dieselben zersetzt und liefert eine Seife, *verseif-* Fett.

a) *Unverseifbares Fett.* Den Campherarten verwandt, durch Mangel an Geruch und Geschmack und durch Un-...keit im Wasser davon abweichend. Hierher gehören ... andern: *Ambrafett*, in der grauen Ambra, bei 30° ...; *Paraffin* (1 C, 1 H), durch trockne Destillation ..., bei 44° schmelzend; *Aethal* (32 C, 34 H, 2 O), bei ... schmelzend, durch Destillation mit Phosphorsäure, welche ... entzieht, in *Ceten* (32 C, 32 H), ein vollständig ver-...bares Oel, zu verwandeln; *Myricin* (18 C, 19 H, 1 O), ... kleineren Theil des Bienenwachses bildend, bei ungefähr ... schmelzbar; *Cerain*, ebenfalls (18 C, 19 H, 1 O), bei der ...ung des Cerins entstehend, über 70° schmelzend; *Gal-...* (36 C, 30 H, 1 O), vorzüglich in der Galle und den ...steinen, bei 137° schmelzend.

b) *Verseifbares Fett.* Zerfällt in Berührung mit Wasser ... stärkeren Salzbasis, besonders einem Alkali, einer-...seits eine oder mehrere Säuren, die sich mit der Salzbasis ... seifen- und pflasterartigen Salzen vereinigen, andrer-...seits entweder in einen süfsen Syrup, das *Glycerin*, oder in ... verseifbares Fett, wie *Aethal* und *Cerain*. Kann ... werden als eine den Naphthaarten ähnliche Verbin-... jener bei der Verseifung zum Vorschein kommenden Pro-... weniger einer gewissen Menge von Wasser. So kann ... Talgfett ansehn als eine Verbindung von 4 Atomen

Talgsäure mit 2 At. Glycerin weniger 3 At. Wasser, 4 At. Talgsäure = 4 (35 C, $34\frac{1}{2}$ H, $3\frac{1}{2}$ O) mit 2 At. Gly = 2 (3 C, 4 H, 3 O) geben (146 C, 146 H, 20 O), und man hiervon 3 At. Wasserstoff und Sauerstoff ab, so blei (146 C, 143 H, 17 O), welches die Zusammensetzung des Ta fettes ist. Nach den bei der Saponification erhaltenen P ducten lassen sich die verseifbaren Fette folgendermaſsen ei theilen.

α) *Fett, bei dessen Verseifung eine flüchtigere Sä entsteht.* Von Oelconsistenz, leichter in Weingeist löslich, die übrigen Fette, sich an der Luft allmälig zersetzend und bei den Geruch der Säure entwickelnd, die auch bei der V seifung erhalten wird. Hierher gehört unter andern das *phinfett*, im Delphinöl enthalten, und das *Butterfett*, in ner Menge in der Butter enthalten und ihr den Buttergeru ertheilend.

β) *Fett, bei dessen Verseifung eine fixere Säure e steht.*

Trockenfett oder *trocknendes fettes Oel.* Constituirt gänzlich das Leinöl, Mohnöl, Hanföl, Nuſsöl u. a. friert nur in sehr starker Kälte, trocknet an der Luft in dü nen Lagen aus; wird durch rauchende Salpetersäure entflam liefert bei der Verseifung Glycerin und eine der Oelsäure v wandte Säure.

Oelfett oder *schmieriges fettes Oel.* Hauptbestandt des Olivenöls, Rüböls, Mandelöls und der meisten übri Pflanzenöle, des Thrans, Eieröls u. s. w.; Nebenbestandt des Schmalzes und Talgs. Gesteht bei geringerer Kälte, das Trockenfett, bleibt an der Luft schmierig; liefert bei Saponification Glycerin und Oelsäure.

Talgfett. Bildet mit mehr oder weniger Oelfett die m sten Butter-, Schmalz- und Talgarten und läſst sich du starkes Pressen, so wie durch Behandlung mit Weingeist u Aether vom Oelfett befreien. Krystallisirt in feinen Nad schmilzt ungefähr bei 60° und gesteht beim Erkalten zu ei festen, spröden, wenig fetten Substanz. Zerfällt bei der V seifung in Glycerin und Talgsäure.

Margarinfett. Findet sich in verschiedenen Pflanzenöl wie Baumöl, gelöst und krystallisirt in der Kälte hera vertritt in den thierischen Schmalz- und Talgarten häufig

Talgfett oder kommt neben ihm vor. Gleicht dem Talgfett, schmilzt bei 40° und liefert mit Alkalien Glycerin und Margarinsäure.

Cerin. Bildet mit wenig Myricin das Bienenwachs, wachsartig, schmilzt bei 62°, löst sich leichter in Weingeist, als das Myricin, und liefert bei der Verseifung Cerain und Margarinsäure.

Wallrathfett. Constituirt, neben wenig Oelfett, den Wallrath. Krystallisirt blättrig, schmilzt bei 49°, verseift sich nur bei anhaltendem Kochen mit Kali, wobei Aethal, Margarinsäure und Oelsäure entstehn.

5) *Harz.* Entsteht zum Theil durch Oxydation der flüchtigen Oele an der Luft. So geht das Terpentinöl (10 C, 8 H) in Colophonium (10 C, 8 H, 1 O) über. Meistens schwerer als Wasser, farblos oder braun, zu dicklicher Flüssigkeit schmelzbar, nicht oder nur theilweise unzersetzt verdampfbar, geruchlos, theils bitterlich, theils scharf schmeckend, zum Theil Lackmus röthend. Verbrennt mit lebhafter, stark rufsender Flamme. Löst sich nicht in Wasser, wenig oder gar nicht in verdünnten Säuren. Oft von schwach saurer Natur und dann in Alkalien löslich, zu *Harzseifen* und auch mit andern Salzbasen zu salzartigen Verbindungen vereinbar. Gröfstentheils in Weingeist, Aether, flüchtigen und fetten Oelen löslich, zu welchen Lösungen die Weingeist- und Oelfirnisse gehören.

a) *Hartharz.* Fest, spröde, selten krystallinisch, schwerer als Wasser, theils leicht in Weingeist löslich und nicht scharf, wie Colophonium, Mastix, Sandarach, Schellack; theils leicht in Weingeist löslich und scharf, wie das Harz der Euphorbia-Arten, des Seidelbastes, der Jalappe, des Guajaks; theils sehr wenig in Weingeist löslich, wie Copal, Bernstein (seinem Hauptbestandtheile nach) und Asphalt.

b) *Weichharz.* Von schmieriger Consistenz, theils leicht in Weingeist löslich und dabei meistens scharf, wie das Weichharz des Pfeffers u. s. w.; theils nicht in Weingeist löslich und nicht scharf, wie der aus der Mistel und der Stechpalme zu gewinnende *Vogelleim.*

c) *Federharz, Kautschuk.* Weich, elastisch, nicht schmierig, leichter als Wasser, wird durch Schmelzen in eine theerartige Masse verwandelt, erweicht sich ein wenig im Wasser, löst sich nicht in wässerigen Alkalien und Weingeist,

schwillt in Aether und flüchtigen und fetten Oelen bedeu auf und bildet damit eine dickliche Lösung.

6) *Harziger Farbstoff.* Von theils lebhafter, theils du ler Farbe, bald spröde, wie Hartharz, bald schmi wie Weichharz; meistens schmelzbar. Wird durch stä Hitze zerstört und an Luft und Licht, so wie durch C gebleicht. Löst sich nicht oder sehr wenig in Wasser, l gegen meistens leicht in wässerigen Alkalien, Weingeist, ther und Oelen. Die Auflösungen zeigen lebhafte Färb Zum harzigen Farbstoffe gehört u. a.: das *Blattgrün* *Chlorophyll*, eine schwarzgrüne schmierige Masse, welche grünen Pflanzentheile ihre Farbe verdanken; der gelbe F stoff der Curcuma-Wurzel, welcher mit Alkalien rothe V bindungen eingeht, des Gummigutts, Orleans und der ge Seide, und der rothe Farbstoff der gekochten Krebse, des then Sandelholzes, des Safflors und der unächten Alkan wurzel.

7) *Extractiver Farbstoff.* Oft krystallisirt, theils l haft, theils dunkel gefärbt, zum Theil sublimirbar, du Licht und Luft, Chlor und Salpetersäure verschieden le zerstörbar, in Wasser und Weingeist ungefähr gleich gut l lich, meistens nicht in Aether und Oelen. Die Farbe se Auflösungen zeigt oft auffallende und entgegengesetzte Ab derungen bei Zusatz von Säuren oder Alkalien; so wird violette wässerige Aufguſs der Veilchen und anderer blauer B men durch Säuren roth und durch Alkalien grün, und karmesinrothe Aufguſs der Cochenille färbt sich mit Säu gelbroth, mit Alkalien violett. Fügt man zu der wässeri Auflösung des Farbstoffes Alaun und etwas Alkali, so r die gefüllte Alaunerde den Farbstoff mit sich nieder, eine l haft gefärbte Verbindung erzeugend; die meisten *Farbla* sind solche Verbindungen von Alaunerde mit Farbstoff. dem gelben extractiven Farbstoffe gehört u. a. das Gelb Quercitronrinde, des Gelbholzes, Waus, Safrans, die jed hinsichtlich der Haltbarkeit und anderer Verhältnisse die grö ten Verschiedenheiten zeigen. Zu dem rothen gehört *Krapproth* und der *Krapppurpur*, von welchen vorzügl das erstere, welches krystallisirbar und sublimirbar ist, schönsten und dauerhaftesten rothen Farben liefert; das *C cusroth* oder *Carminium*, in der Cochenille und and

arten zu Hause, in feinen rothen Krystallen zu erhalten, wenig Alaunerde oder Zinnoxyd den Carmin bildend; das des *Fernambuks*, welches ähnliche, aber weniger dauerhafte Farben liefert, das *Hämatin* oder der Farbstoff des Blauholzes, in kleinen gelbrothen Krystallschuppen sich darstellend, mehr ins Violette sich neigende, leicht zerstörbare Farben liefernd; das *Flechtenroth*, welches sich aus dem in den Flechten enthaltenen farblosen *Erythrin* beim Zusammenstellen desselben mit wässerigem Ammoniak an der Luft erzeugt und in der *Orseille* in einem violetten, im *Lackmus* in einem mehr blauen Zustande enthalten ist. Endlich findet sich ein sehr leicht zerstörbarer, durch Säuren sich röthender, durch Alkalien grünender violetter Farbstoff in vielen blauen, violetten, desgleichen, durch vorhandene Säuren geröthet, auch in rothen Blumen, Beeren, Blättern und Wurzeln, wie in Veilchen, Rosen, Heidelbeeren, schwarzen Trauben, Kirschen, Radieschen, Kohl u. s. w.

5) *Gerbstoff*. In allen adstringirend schmeckenden Pflanzentheilen. Farblos, von herbem Geschmack, Lackmus röthend. Giebt mit Eisenoxydsalzen theils eine blauschwarze Färbung und Fällung, theils eine olivengrüne, die allmälig in Braun übergeht, und wird hiernach in eisenbläuenden und eisengrünenden eingetheilt.

a) *Eisenbläuender Gerbstoff*, *Eichengerbsäure* (18C, 8H, 12O). Vorzüglich reichlich in den Galläpfeln enthalten, durchsichtig, nicht krystallinisch, spröde. Er verbrennt mit lebhafter Flamme, wird durch Chlor, Salpetersäure und Vitriolöl zersetzt, verwandelt sich, in wässeriger Lösung der Luft dargeboten, in Kohlensäure, Gallussäure und eine braune, wenig lösliche Materie, den oxydirten Gerbstoff, löst sich leicht in Wasser und Weingeist, schwierig in Aether. Wird aus seiner wässerigen Lösung durch Schwefelsäure und Salzsäure als eine breiartige Materie gefällt. Geht Verbindungen mit Salzbasen ein, fällt viele schwere Metalloxyde und ihre Auflösungen in Säuren mit oft ausgezeichneter Farbe und bildet namentlich mit Eisenoxyd eine blauschwarze Verbindung, welche das schwarze Princip der Tinte und der schwarzgefärbten Zeuge ausmacht. Fällt die wässerige Lösung der meisten organischen Salzbasen und ihrer Salze und bildet mit Thierleim,

Eiweifsstoff und den damit verwandten Stoffen in Wasser
Weingeist unauflösliche Niederschläge.

b) *Eisengrünender Gerbstoff*, bis jetzt vorzüglich aus
Katechu als *Katechusäure* (15C, 6H, 6O) in reiner G
dargestellt, bei der es jedoch auffallend ist, dafs sie
Thierleim nicht fällt.

9) *Stickstofffreie bittre und narkotische, den organ Salzbasen ähnliche Principien.* Farblos, krystallisirbar,
Wirkung auf Pflanzenfarben, meistens weniger in Wasser
in Weingeist löslich, mit den Säuren keine salzartigen Ve
dungen liefernd.

a) *Bittere: Salicin* (8C, 5H, 4O), das bittere P
der Weidenrinde, in geraden rhombischen Säulen kryst
rend, sehr bitter, in ungefähr 18 kaltem Wasser oder W
geist, reichlicher in wässeriger Salz- und Essigsäure un
kalien löslich. *Phlorizin* (8C, 5H, 4O), in der Wu
rinde des Apfelbaumes, seidenglänzende bittre Nadeln, in
Wasser, leichter in Säuren und Weingeist löslich. Qu
(10C, 6H, 3O), im Quassiaholze, unerträglich bitter
len, in 222 Wasser, wenig in Aether, reichlicher in w
rigen Säuren und Alkalien, sehr reichlich in Weingeist
lich. *Columbin* (14C, 7H, 2O), in der Columbow
gerade rhombische Säulen, wie Wachs schmelzend, äu
bitter, wenig in Wasser, leichter in Essigsäure, Weingeist
Aether löslich.

b) *Narkotische: Pikrotoxin* (10C, 6H, 4O), in
Cockelskörnern, nadelförmig, sehr bitter und narkotisch,
sich wenig in Wasser, leichter in wässerigen Säuren und
kalien, so wie in Weingeist und Aether. *Meconin* (
5H, 4O), im Opium, gerade rhombische und sechs
Säulen; bei 90° schmelzend, unzersetzt destillirbar, von
fem Geschmack, in 266 kaltem Wasser, leichter in S
Alkalien, Weingeist und Aether löslich. *Anthiarin* (
10H, 5O), im Anthiarupas; glänzende Blättchen, bei
schmelzend, von furchtbarer narkotischer Wirkung.

10) *Stickstofffreie süfse Verbindungen.*

Glycyrrhizin, in der Süfsholzwurzel; gelb, durchsi
harzähnlich, nicht krystallinisch, nicht der Weingährung
hig, leicht in Wasser und Weingeist löslich, aus erst
durch Säuren und schwere Metallsalze fällbar. *Glycerin* (

O), bei der Verseifung der Fette entstehend; farblo- ehr süfser Syrup, nicht der Weingährung fähig. *Schleim-*, in mehreren Pflanzensäften und im Honig; farblo- ehr süfser Syrup, der Weingährung fähig, sehr leicht in er und Weingeist löslich. *Krümelzucker* (12 C, 14 H,), in vielen Pflanzensäften, wie Trauben und andern , im Honig und diabetischen Harn, auch aus Stärk- , Holzfaser u. s. w. zu erzeugen; undurchsichtige, aus Nadeln bestehende Körnchen, weniger süfs, als gemei- cker; der Weingährung fähig, leicht in Wasser, wenig eingeist löslich. *Gemeiner Zucker* (12 C, 11 H, 11 O), ckerrohr, Ahornsaft, der Runkelrübe u. s. w.; wasser- schiefe rhombische Säulen, der Weingährung fähig, leicht ser, wenig in Weingeist löslich. *Milchzucker* (12 C, , 10 O), in der Milch; vierseitige Säulen von schwach Geschmacke, geht nur schwierig in Weingährung über, 6 kaltes Wasser zur Lösung und ist in Weingeist unlöslich. *Mannazucker* (12 C, 14 H, 12 O), in der ; feine Nadeln von schwach süfsem Geschmack, der gährung unfähig, in 5 kaltem Wasser, sehr wenig in kal- reichlich in heifsem Weingeiste löslich.

1) *Pflanzenschleim.* Geschmacklos, bildet mit kaltem r eine dickliche Verbindung, löst sich nicht in Wein-

wöhnliches Gummi, löst sich in Wasser zu einer igen Flüssigkeit auf; hierher gehört vorzüglich das he Gummi (12 C, 11 H, 11 O). *Bassorin*, besonders aganthgummi enthalten, quillt in Wasser zu einer vo- sen Gallerte auf, ohne sich zu lösen. *Pektinsäure*, assorin ähnlich, doch leicht in wässerigen Alkalien lös- daraus durch Säuren als eine Gallerte ausscheidbar und ie eine sehr schwache Säure verhaltend.

2) *Stärkmehl.* Geschmacklos, in kaltem Wasser fast ich, mit heifsem eine dickliche Verbindung bildend, un- in Weingeist, wird durch Kochen mit sehr verdünnter felsäure erst in Gummi, dann in Krümelzucker verwan- *Gemeines Stärkmehl* (12 C, 10 H, 10 O), sehr ver- in den Pflanzen, besonders in ihren Samen und Knol- weifse, unregelmäfsige Körnchen, aus concentrischen ten bestehend, bildet mit kochendem Wasser einen

Kleister und mit Iod bei Gegenwart von Wasser eine violette Verbindung. *Flechtenstärkmehl*, im islä Moos und andern Flechten; hornartig, spröde, löst kochendem Wasser zu einer dicklichen Flüssigkeit, Erkalten zu einer Gallerte gesteht, färbt sich mit Io braun. *Inulin*, vorzüglich in der Wurzel einiger Sy sten; giebt mit kochendem Wasser eine dünnschlei sung, aus der es beim Erkalten in weifsen Körnchen fällt; färbt sich mit Iod grünlichgelb.

13) *Humin*, *Moder*, *Humussäure* (12 C, 6 H, Entsteht vorzüglich bei der Verwesung des Holzes derer organischer Stoffe, findet sich daher in der Da dem Torf, der Braunkohle u. s. w. Braunschwarze, g de, spröde Masse, ein braunes Pulver liefernd, nicht bar, sehr wenig in Wasser und Weingeist, reichli dunkelbrauner Farbe in wässerigen Alkalien löslich und nen und andern Salzbasen salzartige Verbindungen bild

B. Stickstoffhaltende organische Verbindungen.

a) Stickstoffhaltende organische Säuren, sehr schwach saurem Charakter.

Aufser der *Allantoissäure* (2 N, 4 C, 3 H, 3 O), *Cholsäure* und wenigen andern gehört hierher vorzügl *Harnsäure* (4 N, 10 C, 4 H, 6 O), im Harn der Thiere und in vielen Harnsteinen. Weifse, glänzende stallschuppen, geschmacklos, Lackmus kaum röthend; beim Erhitzen für sich und bei der Behandlung mit Stoffen von allen organischen Verbindungen die mannig sten und merkwürdigsten Zersetzungsproducte und ist ders dadurch charakterisirt, dafs sie mit Salpetersäu Trockne abgedampft einen purpurrothen Rückstand Löst sich höchst wenig in Wasser, nicht in Weingeist, in wässerigem Kali und Natron.

b) Organische Salzbasen, Alkaloide. Oelig krystallisirt, oft alkalisch reagirend, meistens von auffall medicinischer Wirkung. Lösen sich meistens besser in Wei geist, als in Wasser. Vereinigen sich mit Säuren, die sie

sogar neutralisiren, zu oft krystallisirbaren salzigen Verbingen.

) *Oelige Alkaloide.* Oelig, unzersetzt verdampfbar. Hiergehören vorzüglich: *Nicotin*, das Wirksame des Tabaks; hell Oel, schwerer als Wasser, bei 240° siedend, röthend, von starkem Geruch und heftiger, scharf ischer Wirkung; mischt sich mit Wasser, Weingeist Aether nach allen Verhältnissen und neutralisirt die Säu- *Coniin* (1 N, 12 C, 14 H, 1 O), das giftige Princip des ings; ein wasserhelles Oel, von 0,890 spec. Gew., bei siedend, Curcuma röthend, von durchdringendem Ge- widrig scharfem Geschmack und äufserst giftiger, scharf ischer Wirkung. Nimmt beim Schütteln mit Wasser, blofs $\frac{1}{100}$ Coniin löst, ein wenig Wasser in sich auf hält dadurch die merkwürdige Eigenschaft, sich beim en zu trüben, beim Erkalten wieder zu klären, weil der Wärme das aufgenommene Wasser ausscheidet der Kälte wieder löst. Neutralisirt die Säuren, mischt cht mit Weingeist, Aether und Oelen.

Krystallinische Alkaloide. Farblose Krystalle, nicht theilweise unzersetzt verdampfbar, theils von rein , theils von narkotischer, theils von scharfer Wir-

den *bittern* gehören vorzüglich: *Chinin* (1 N, 20 C, O) und *Cinchonin* (1 N, 20 C, 11 H, 1 O), die zwei en Stoffe der Chinarinden, sehr bitter, schwach alkagirend, sehr wenig in Wasser löslich, die Säuren neud und damit viele krystallisirbare Salze erzeugend. e des Chinins sind weniger löslich, als die des Cinchogegen löst sich das Chinin viel leichter in Weingeist, Cinchonin, und ist auch in Aether löslich, der das n nicht aufnimmt. *Aricin* (1 N, 20 C, 12 H, 3 O), sco-China, bitter und herbe, nicht in Wasser, leicht geist und auch in Aether löslich.

den *narkotischen* gehören u. a. *Atropin* (1 N, 34 C, O), in der Belladonna; zarte Nadeln, leicht schmelz- alisch reagirend, geruchlos, widrig, bitter, äufserst die Pupille stark erweiternd, leicht zersetzbar. *Hyos-* im Bilsenkraut, von ähnlichen Eigenschaften, jedoch drig beifsendem Geschmack. *Daturin*, im Stechapfel,

hat, bei längerem Kochen mit Wasser eine Leimauf
Der Leim quillt in kaltem Wasser zu einer Gallerte auf,
sich bedeutend zu lösen, giebt mit heifsem Wasser eine
lösung, die beim Erkalten zu Gallerte gesteht, löst sich
in Weingeist, wird durch ein Gemisch von Alaun und
salz, durch schwefelsaures Eisenoxyd und einige
schwere Metallsalze und durch Gerbstoff gefällt; das
gerbte Leder ist als eine Verbindung von Gerbstoff
leimartigen Substanz zu betrachten, die die Lederhaut
Der *Knorpelleim* oder das *Chondrin* unterscheidet sich
gewöhnlichen Leim vorzüglich dadurch, dafs er durch
säure fällbar ist. *Eiweifsstoff* findet sich im Eiweifs,
Blutwasser, Chylus und vielen andern thierischen
Löst sich leicht in kaltem Wasser zu einer schleimigen
sigkeit, nicht in Weingeist, wird durch Schwefel-,
und Salpetersäure, durch viele schwere Metallsalze und
Gerbstoff gefällt; er gerinnt noch unter der Siedhitze,
geht in eine nicht mehr in Wasser lösliche Materie, den
ronnenen Eiweifsstoff, über. Die Ursache dieser Verän
ist nicht genau bekannt. Thierische Stoffe, die sich dem
ronnenen Eiweifsstoff ähnlich verhalten, sind: der *Fas*
der gröfstentheils die Muskeln und, neben Blutroth, den
kuchen bildet, der *Thierschleim*, welcher den wichtigsten
standtheil in den Secreten der Schleimmembranen aus
und die *Hornsubstanz*, aus welcher Oberhaut, Haare, Fe
Nägel, Klauen, Hufe, Hörner, Schildpatt u. s. w. be
Kässtoff, vorzüglich in der Milch enthalten; gerinnt
durch Siedhitze, dagegen durch Essigsäure, löst sich ein
nig in kochendem Weingeist und unterscheidet sich
diese drei Verhältnisse vom Eiweifsstoff, dem er übrigens
ähnlich ist.

Das Pflanzenreich liefert folgende, dem Kässtoff und Eiweifs
ähnliche Principien. *Emulsin* oder *Pflanzeneiweifs*, in vielen
men, wie Mandeln, und in den meisten Pflanzensäften; löst
leicht in Wasser, ist sowohl durch Siedhitze als auch du
Essigsäure gerinnbar und löst sich nicht in Weingeist. *Glia*
und *Kleber*. Beim Auswaschen von Getreidemehl mit Wa
bleibt ein Gemisch dieser beiden Stoffe, durch heifsen We
geist, der das Gliadin löst, scheidbar. Das Gliadin löst s
nicht in Wasser, aber in wässerigen Säuren und ein wenig

geist. Der Kleber löst sich nicht in Wasser und Wein-, aber in wässerigen Säuren. Er hat die Eigenschaft, Stärk-l, mit dem er unter Zusatz von Wasser digerirt wird, in ker zu verwandeln. Diese Kraft wird noch sehr ver-kt, wenn der Samen, in welchem sich der Kleber befin- zu keimen angefangen hat, wobei der Kleber eine kleine ndrung erleidet und sich in den *gekeimten Kleber* oder *Diastas* verwandelt, welches große Mengen von Stärk-hl in Zucker überzuführen vermag. Dieses Verhalten ist htig für die Lehre des Keimens und der Bier- und Frucht-ntweinbereitung, wo in dem Maischprocesse das Dia- des Malzes beim Digeriren mit Wasser das dargebotene rkmehl in Zucker verwandelt und sich selbst in der süßsen sigkeit löst; geht nun diese in Weingährung über, so leidet das aufgelöste Diastas eine neue Veränderung, und heidet sich als *Hefe* ab, ein Körper, der im Stande ist, in sser gelösten Zucker in Gährung zu bringen, d. h. in ingeist und Kohlensäure zu zersetzen, und welcher nach ern mikroskopischen Untersuchungen aus einer Pilzart be-ht, so daſs vielleicht anzunehmen ist, der Gährungsproceſs hr mit dem Leben dieser niedern Pflanze in einem Causal-menh.

d) Stickstoffhaltende organische Farbstoffe.

Indigo. In mehreren Arten von Indigofera, Polygonum, Nerium u. s. w. findet sich das *Indigweiſs* (1N, 16C, 6H, 2O), welches sich bei Luftzutritt in *Indigblau* (1N, 16C, 5H, 2O) verwandelt. Ersteres ist ein weiſses, in wässerigen Alkalien mit gelber Farbe lösliches Pulver; letzteres findet sich unrein im käuflichen Indig und wird durch Sublimation desselben rein erhalten in kupferrothen, glänzenden 6seitigen Nadeln, welche ein blaues Pulver liefern. Es verflüchtigt sich beim Erhitzen unzersetzt in purpurrothen Dämpfen, löst sich nicht in Wasser, wässerigen Alkalien und den meisten Säuren, sehr wenig in Weingeist und Oelen, wird durch viele des-oxydirende Mittel, wie Eisenoxydulhydrat, hydrothionsaure Salze, gährende organische Stoffe u. s. w. bei Gegenwart eines Alkali in Indigweiſs verwandelt und gelöst, giebt mit concentrirter Schwefelsäure eine dunkelblaue Lösung, die im verdünnten Zustande *Indig-Tinctur* heiſst und eine Verbindung

des etwas veränderten Indigblaus mit Schwefelsäure, die *rulinschwefelsäure*, enthält, die mit allen Salzbasen, selbst Baryt, lösliche Salze von dunkelblauer Farbe erzeugt. D Salpetersäure wird das Indigblau sogleich unter braun Färbung zerstört und liefert dabei vorzüglich *Indig* (1 N, 14 C, 4 H, 8 O) und, wenn die Salpetersäure i fserer Menge einwirkt, *Kohlenstickssäure* (3 N, 12 C, 13 O), die in gelben sehr bittern Säulen krystallisirt un Salzbasen in der Hitze lebhaft verpuffende Salze liefert. *Gallenbraun* ertheilt der Galle ihre Farbe, ist das fär Princip in der Gelbsucht, findet sich fast rein in dem lenstein der Ochsen, löst sich nicht in Wasser, we Weingeist, leicht in Alkalien, und ist vorzüglich dur erst grüne, dann violette, rothe und gelbe Färbung a zeichnet, welche Salpetersäure damit hervorbringt. *Blu Cruorin*, der färbende Bestandtheil des Bluts, ist roth, in Wasser, aber in wässerigen Alkalien, Weingeist und A löslich, und scheint im reinen Zustande frei von Eisen zu *Augenschwarz*, im *pigmentum nigrum* der Augen, in Flüssigkeiten, aufser in einigen wässerigen Alkalien, una lich und mit dem färbenden Princip der Sepia nahe über kommend.

G.

Verdunstung.

Verdampfung, Ausdünstung; *Evapora tio*, *Exhalatio*; Evaporation, Exhalation; *Evap ration*, *Exhalation*.

Die Bedeutung der hier genannten Ausdrücke ist n scharf von einander geschieden, vielmehr durch den Spr gebrauch nur insoweit festgesetzt, dafs sich die Grenzen gefähr bezeichnen lassen. Der zur Ueberschrift gewählte A druck *Verdunstung* (*evaporatio*) bezeichnet hauptsächlich allmälige Verschwinden tropfbarer Flüssigkeiten durch V wandlung derselben in Dampf und kommt seiner Zusamm setzung nach dem Ausdrucke *Ausdünstung* (*exhalatio*) s nahe; auch sagt man wohl, dafs Vegetabilien, Gewässer

lüssigkeiten ausdünsten; genauer genommen versteht unter dem Producte der Ausdünstung nicht sowohl mpf oder Dunst der Flüssigkeiten, als vielmehr den n Stoffen gemischten, insbesondere wenn von den gen Ausdünstungen verschiedener feuchter und mo- Körper die Rede ist. Dagegen bezeichnet man durch ruck *Ausdünstung* vorzugsweise das Entweichen ver- r Stoffe in Gasform aus lebenden Wesen, namentlich hen, und in dieser Beziehung ist bereits in einem eigenen davon gehandelt worden. Weit weniger ist die Be- jenes Ausdrucks von der eines andern, nämlich Ver- , geschieden, und man sagt wohl ebenso häufig von Flüssigkeiten, z. B. Wasser, Weingeist, Aether u. s. w., erdampfen, als daſs sie verdunsten. Die Ursache hiervon em nicht bestimmt festgesetzten Unterschiede zwischen nd *Dunst*, wovon bereits oben[2] die Rede war. Nach der ebenen Bestimmung bezeichnet Dunst eine nicht völlig tige expansible Flüssigkeit, was sich auſser den angege- ünden auch noch durch die metaphorischen Ausdrücke: lauen Dunst vormachen, sich in Dunst und Nebel ein- . s. w." rechtfertigen läſst. Diesem gemäſs müſste die untersuchende Aufgabe eigentlich durch *Verdam-* ezeichnet werden, weil vorzugsweise und im gröſs- ſstabe das Wasser der Erdoberfläche in Dampfgestalt it. Von der andern Seite aber sagt man mindestens häufig, das Wasser u. s. w. sey *verdunstet*, als es sey *ft;* man gebraucht den Ausdruck *verdampfen* und *fen* häufiger von dem, was durch Anwendung der ze geschieht, *verdunsten* aber, wenn eine niedrigere, is unter den Eispunct herabgehende Temperatur vor- ist, und auſserdem wird in der alten Ausgabe dieses weder von *Verdampfung* noch von *Verdunstung* aus- h geredet, vielmehr ist beides unter dem Artikel *Aus-* g zusammengefaſst, was dem von mir gewählten Aus- am nächsten kommt. Es handelt sich nämlich zu- um den unausgesetzt statt findenden Proceſs der Ver- ng des auf der Oberfläche unserer Erde befindlichen

S. Art. *Ausdünstung*. Bd. I. S. 643.
S. Art. *Dunst*. Bd. II. S. 644.

Wassers in Dampf und die hierbei zum Grunde liegenden setze, was in physikalischer Hinsicht mehrfach von gr Wichtigkeit ist.

Wird also von der Verwandlung des Wassers und stiger Flüssigkeiten, wie auch anderweitiger Körper in D und von dem allmäligen Entweichen derselben durch di Procefs gehandelt, so käme zuerst das eigentliche Wesen hierbei gebildeten expansibeln Fluidums, welches wir D oder Dunst nennen, in Betrachtung; da aber hiervon be sehr oft die Rede war, so können wir diese Aufgabe ganz übergehn.

Die nachfolgenden Untersuchungen über die Verdunst oder Verdampfung beziehn sich zwar zunächst auf das W ser, weil diese wegen ihres Zusammenhanges mit zahlreic atmosphärischen Processen von gröfster Wichtigkeit sind; läufig mufs aber hier auch von der Verdunstung fester Kör und sonstiger Flüssigkeiten das Wesentlichste kurz erwä werden. Wird diese Verdampfung durch höhere, namentl den Siedepunct übersteigende Hitze hervorgebracht, so geh sie nicht hierher, sondern unter den Abschnitt *Dampfbild* im Artikel *Wärme*. Dafs aber im Allgemeinen starre Kör in mittlerer Wärme nicht so weit verdunsten, um den G wichtsverlust derselben messen zu können, ist bereits[1] erwä worden, wohl aber war mehreren Physikern der Geruch au fallend, welchen manche Metalle, namentlich Kupfer, Eis Zink, Silber und andere, in höherer Temperatur oder dann, we sie gerieben werden, zu verbreiten pflegen[2], welcher dur losgerissene Theilchen derselben oder durch Stoffe, die von ih nen bei der Berührung zersetzt werden, entstehn müfste, oh dafs ihre geringe Menge eine Messung oder Wägung, so wi überhaupt die Möglichkeit gestattet, die Bestandtheile und di Aetiologie dieses Processes zu bestimmen. Die Verdunstun des *Quecksilbers* bei mittlerer Wärme wurde neuerdings dur FARADAY[3] aufser Zweifel gesetzt, obgleich die Thatsac

1 S. Art. *Dunst*. Bd. II. S. 644.

2 S. RASCHIG in G. XXIII. 228. SCHERER in dessen Journ. T III. S. 544.

3 Quarterly Journ. of Science N. XX. p. 355. Journ. de Phys. XCII. p. 317. Schweigger's Journ. Bd. XXXII. S. 354.

n bekannt war, denn PICTET[1] sagt in seiner An- Rumford's Versuchen, es verdunste leichter im aume, als in der Luft. Dieses bezieht sich auf die Zeit allgemein bekannte Beobachtung[2], daſs sich im hen Vacuum, insbesondere wenn die directen Licht- nstrahlen diesen Theil des Barometers treffen, eine ine und selbst bis etwa zu einer halben Linie r wachsende Quecksilberkügelchen ansetzen. Fa- te aber, wie man durch ein einfaches Verfahren, in- inen Streifen Blattgold in einem Gefäſse über dem Quecksilbers aufhängt, das allmälige Aufsteigen der lufterfüllten Raume daran wahrnehmen könne, daſs n unten auf zunehmend mit dem Golde amalgami- iner Temperatur unter 0° C. findet indeſs die Ver- nicht mehr statt, mindestens wurde bei 20° F. das Blattgold nicht verändert, wie nahe dasselbe der Quecksilberfläche hängen mochte. Unter die er, von denen bekannt ist, daſs sie in niedriger verdampfen, gehört der *Campher*, dessen Masse, Luft eine längere Zeit frei ausgesetzt, allmälig auch zeigt der Geruch, daſs Theile von ihm und als expansible Flüssigkeit verbreitet werden. eruche, welchen eine Substanz verbreitet, auf das einer elastischen Flüssigkeit zu schlieſsen dürfte doch voreilig seyn, denn es ist möglich, daſs un- ine Theilchen irgend einer Substanz, ohne das Vor- eines selbstständigen Dampfes, mit den Bestand- Luft oder mit dem in letzterer vorhandenen Was- verbunden mechanisch fortgerissen würden und s Vehikel zu den Geruchsorganen gelangten, wie G. G. SCHMIDT nicht ohne Grund vermuthet, daſs umen erst am Abend einen Geruch zu verbreiten weil dann die Feuchtigkeit der Atmosphäre die riech- le derselben auflöst und mit sich fortreiſst. Wollte annehmen, daſs auch die Camphertheilchen nicht g, sondern bloſs durch den Wasserdampf fortgeris- der Luft verbreiten, so lieſse sich ein Argument

. 269.

son System of mechanical philosophy. T. II. p. 37.

hierfür aus dem Umstande hernehmen, daſs auf W[illegible] schwimmende kleine Stückchen desselben gerade da am [illegible]lichsten abnehmen, wo die Oberfläche des Wassers sie[illegible]rührt. Inzwischen ist es eine bekannte Erfahrung, daſs si[illegible] den Wandungen der Gläser, worin Campher aufbewahrt [illegible] unter dem Einflusse des Lichtes[1] und in mittlerer Wärme [illegible] Campherkrystalle ansetzen, und dieses erfolgt nicht bloſs [illegible] stärker und in ungleich kürzerer Zeit im luftverdünnten [illegible] noch besser im luftleeren Raume, sondern unter letzterer Be[illegible]dung werden auch die bereits gebildeten Krystalle, ebenso [illegible] beim Eise, durch den Einfluſs der ungleichen Wärme [illegible] der losgerissen und nach der entgegengesetzten Seite [illegible] geführt.

Aus diesen Thatsachen, die ich in mehreren üb[illegible]stimmenden Versuchen bestätigt gefunden habe[2], geht [illegible] Widerrede hervor, daſs der Campher wirklich im eigentli[illegible] Sinne des Wortes bei mittleren Temperaturen verdunstet, [illegible] aus denselben Beobachtungen, die ich hier nicht ausfüh[illegible]cher mittheilen kann, folgt auch überzeugend, daſs der [illegible] dem Campher selbst bis zur Schmelzhitze desselben erze[illegible] Dampf von nur unmeſsbarer Elasticität sey, und [illegible] Saussure[3] letztere bei 15°,5 C. dem Drucke einer Queck[illegible]bersäule von 0,004 Meter gleich gefunden haben will, so [illegible] dieses auf einem Irrthume beruhn. Der gemeine Campher e[illegible]hält in seinen festen Stücken eine geringe, sein Volumen ni[illegible] erreichende Quantität Luft eingeschlossen, die im Vacuum a[illegible] ihm entweicht, und wenn diese aus ihm entfernt ist, so [illegible] mag der bei mittlerer Temperatur aus ihm entwickelte Da[illegible] weder im Torricelli'schen Vacuum, noch wenn er sich unter [illegible] Campane der Luftpumpe befindet, eine meſsbare Depress[illegible] des Quecksilbers zu erzeugen. Dennoch nimmt sein Volu[illegible] ab, wenn er längere Zeit in kleinen Stückchen an freier L[illegible] liegt, Ballons und Campanen, worin sich Bruchstückchen [illegible]

1 Bei Gläsern, welche dem Einflusse des stärkern Tageslich[illegible] oder der Sonnenstrahlen nie ausgesetzt wurden, habe ich die Ersch[illegible]nung nicht wahrgenommen.

2 Physikalische Abhandlungen u. s. w. von G. W. Munc[illegible] Gieſsen 1816. 8. S. 393 ff.

3 L. Gmelin Handbuch der theoretischen Chemie. 1829. Th. [illegible] S. 414.

[...]en befinden, zeigen sich, wenn sie gehörig exantlirt sind, [...] einiger Zeit noch luftleer, aber mit einem starken Ge[...]che nach Campher erfüllt, und die im Torricelli'schen Vacuum [...] einer Seite entstandenen Krystalle verschwinden, um sich an [...] andern kälteren wieder anzusetzen. Der Campher ver[...] also überhaupt, aber ungleich schneller und stärker im [...], als im lufterfüllten Raume; auch nimmt die Stärke sei[...] Verdunstung mit der Erhöhung der Temperatur bedeutend [...], wir können also nicht anders annehmen, als dafs er ei[...] selbstständigen Dampf bilde, aber ohne mefsbare Elasti[...]. Letzteres steht nicht im Widerspruche mit anderweitigen [...]gesetzen, denn auch der Dampf des Eises, welches bei [...] Temperatur tief unter dem Gefrierpuncte des Wassers [...]falls verdunstet, ist ohne mefsbare Elasticität, und als [...] den Focus eines Brennspiegels gegen das obere Ende der [...]silbersäule in der Torricelli'schen Röhre richtete, gerieth [...] Metall in starkes Aufwallen, ohne dafs die Quecksilber[...] mefsbar herabsank[1]. Auch die Quecksilberdämpfe ha[...] daher bis nahe an die Siedehitze dieser Flüssigkeit keine [...] Elasticität, wie durch sonstige Erfahrungen gleichfalls [...] ist[2].

Auch der *Moschus* gehört unter die Zahl der starren Kör[...], von denen angenommen wird, dafs sie schon bei gerin[...] Wärme verdunsten, wofür allerdings sein starker Geruch [...] die mit der Zeit statt findende Verminderung seiner Masse [...]; allein er enthält Wasser und ätherisches Oel, seine Verdunstung kann also nicht als die eines starren Körpers be[...] werden. Der *Phosphor* schwindet gleichfalls allmälig, [...] nur in Folge einer langsamen Verbrennung, so dafs [...] dieser Procefs nicht als eigentliche Verdunstung gelten [...]. Wollte man das Eis, welches entschieden bei allen [...] Temperaturen verdunstet, als starren Körper be[...], so müfste auch die feste Kohlensäure, welche nach Thilorier's Entdeckung gleichfalls sich stets in kohlensaures Gas auflöst, hierher gerechnet werden, allein das Eis scheint [...] den Zustand der Flüssigkeit in den der Expansion über[...]

1 Physikalische Abhandlungen. S. 422.
2 S. Art. *Meteorologie*. Bd. VI. S. 1852. Vergl. *Adhaesion*. Bd. I. S. 205.

zugehn, und da aufserdem dasselbe erst aus dem Wasser bildet zu werden pflegt, so ist man gewohnt, seine Verdunstung der des Wassers anzureihen. Auf ähnliche Weise wird auch die Kohlensäure erst flüssig, ehe sie durch die Kälte ihrer eigenen Verdunstung fest wird, und sie gleicht also hinsichtlich dieses ihres Verhaltens wahrscheinlich dem Wasser und dem Eise.

Tropfbare Flüssigkeiten sind diejenigen Körper, bei denen die Verdunstung ganz eigentlich statt findet, und dieses steht vollkommen im Einklange mit dem allgemeinen, von LAPLACE und LAVOISIER[1] aufgestellten Gesetze, daß die Menge des Wärmestoffes den Aggregatzustand der Körper bedingt, indem diese durch Vermehrung jenes aus dem Zustande der Starrheit in den tropfbar flüssigen und dann in den luftförmigen übergehn, wobei der Wärmestoff als repulsives Princip wirkt. Kommt daher von letzterem zu den bereits tropfbaren Flüssigkeiten noch die erforderliche Menge hinzu, so muſs Expansion erfolgen, und hierin liegt also der Grund, warum diese insgesammt einer steten Verdunstung unterworfen sind. Inzwischen leidet auch diese Regel Ausnahmen, denn die *fetten Oele* verdunsten nicht, und es findet daher auch bei ihnen kein Sieden statt, wie PLACIDUS HEINRICH[2] und CARRADORI[3] erwiesen haben. Vielen Oelen ist allerdings eine gewisse Menge Wasser beigemengt, welche dann allmälig verdunstet und bei beginnender Siedehitze ein dem Sieden ähnliches Aufwallen bewirkt; ist dieses aber entfernt, so findet kein eigentliches Verdunsten mehr statt, vielmehr erleiden sie eine Zersetzung, welche durch wachsende Hitze zunimmt und endlich eine gänzliche Veränderung der Substanzen herbeiführt. Hieraus wird das Eindicken und Ranzigwerden der fetten Oele, wie überhaupt der Fette, und der Geruch erklärlich, welchen dieselben verbreiten. Die *flüchtigen Oele* dagegen, welche diesen Namen im Gegensatze gegen die fetten erhalten haben, die verschiedenen *Aether*- und *Spiritusarten*, der *Schwefelkohlenstoff*, die *schweflige Säure* und überhaupt

1 System der antiphlogistischen Chemie. Th. I. S. 30.

2 Phosphorescenz der Körper. Th. I. S. 183.

3 Ann. de Chim. T. XLII. p. 65. G. XII. 103. Vergl. PARROT in G. XIX. 360.

fbaren Flüssigkeiten verdunsten in sehr ungleichen ssen der Stärke. Es ist indeſs unnöthig, die Vergesetze aller einzelnen Flüssigkeiten speciell zu un-, indem es vielmehr genügt, die allgemeinen und sen Substanzen, nur mit gewissen Modificationen, zuden näher zu betrachten.

Die Stärke der Verdunstung ist verschieden nach der nlichen Beschaffenheit der Flüssigkeiten und im All- der Höhe des Siedepunctes derselben umgekehrt pro-. Am merkwürdigsten in dieser Beziehung zeigt sich *ige Kohlensäure,* welche unter den bis jetzt bekannsigkeiten den ersten Platz einnimmt[1]. Ihr Siedepunct jeden Fall unter dem Gefrierpuncte des Wassers, dieser Temperatur ist sie unter atmosphärischem Drukdoch in expansiblem Zustande vorhanden, es läſst r überhaupt unter diesem Drucke kein Siedepunct derffinden, weil sie im festen Zustande stark verdun- dadurch eine Kälte von etwa — 100° C. erzeugt, leicht zu ermessen ist, daſs es bis jetzt noch nicht gebonnte, sie einer äuſsern Kälte auszusetzen, bei weltropfbar flüssig sieden könnte; doch wäre es möglich Analogie nach sogar wahrscheinlich, daſs sich in den Kältegraden Sibiriens oder des nördlichen America der nct derselben auffinden lieſse. Nach den bisher bewordenen Erscheinungen muſs man aus ihrer starken tung bei — 100° C. schlieſsen, daſs sie auch bei noch Kältegraden und selbst bis zur Grenze des absoluten ctes verdunsten würde, wobei jedoch ihr Siedepunct als der Punct ihres Festseyns liegen müſste.

zunächst steht die *unvollkommene Schwefelsäure* oder *lige Säure*[2] *(acidum sulphurosum; acide sulfureux),* rblose, durchsichtige und dünne Flüssigkeit, welche bei — 10° C. siedet und nach Art der flüssigen Koh- in Folge der durch ihre eigene Verdunstung erzeug-

---

L'Institut. 1835. N. 126 u. 127. p. 327 ff. Poggendorff's Ann. . 141.

S. Bussy in Ann. Chim. et Phys. T. XXVI. p. 63. Schweigmann. Th. XLI. S. 451. Poggendorff's Ann. I. 237. Vergl. L. Handbuch der theor. Chem. Th. I. S. 296.

ten Kälte im Guericke'schen Vacuum zu einer weifsen flo[illegible] Masse gesteht. Ihre Verdunstung ist ausnehmend sta[illegible] dafs sie in einer Temperatur über — 10° C. nur in Ga[illegible] vorhanden seyn kann, jedoch ist jene weit geringer, a[illegible] der Kohlensäure, weil sie erst durch Verminderung de[illegible] druckes zu einem solchen Grade gesteigert werden mufs[illegible] sie das Gestehen der Flüssigkeit durch die unter — 18° [illegible] abgehende Kälte bewirken kann.

Dürfte angenommen werden, dafs die Stärke der V[illegible] stung der Höhe der Siedepuncte genau umgekehrt prop[illegible] sey, so würden sich hier zunächst die Aetherarten a[illegible] unter denen der leichte *Salzäther* schon bei 12° C., d[illegible] *Schwefeläther* aber unter 36° C. siedet, und auch die *säure*, deren Siedepunct bei 27° C. liegt, allein [illegible] keine Versuche bekannt, wodurch die Stärke der Verd[illegible] dieser Flüssigkeiten gemessen worden wäre, und wenn wi[illegible] aus den Graden der erzeugten Kälte zu ermitteln suchen, [illegible] gen sich zwar alle in dieser Beziehung ausnehmend wi[illegible] der Schwefelkohlenstoff scheint sie indefs dennoch zu [illegible] treffen, ungeachtet er erst bei 40° C. siedet, wobei jedo[illegible] Blausäure eine Ausnahme macht, indem ein Tropfen [illegible] ben an einer Glasröhre oder auf Papier durch theilwei[illegible] dunsten gefriert, weil ihr Gefrierpunct schon bei — [illegible] liegt[1]. Zur Erzeugung grofser künstlicher Kälte bedie[illegible] sich übrigens meistens des Schwefelkohlenstoffs, wel[illegible] stark verdunstet, dafs ein auf Wasser schwimmender Tr[illegible] seine Umgebung in Eis verwandelt, und wenn er aus [illegible] Röhrchen verdampft, werden die Enden derselben so [illegible] abgekühlt, dafs der atmosphärische Wasserdampf sich [illegible] nen als Eis in Form einer feinen, schneeähnlichen [illegible] ansetzt.

2) Die Stärke der Verdunstung aller Substanzen, un[illegible] besondere der Flüssigkeiten, wird durch die Temperatu[illegible] dingt. Dafs Campher mit zunehmender Wärme stärker dunste, mufs der Analogie nach erwartet werden und [illegible] aus meinen erwähnten Versuchen thatsächlich hervor; a[illegible] mein bekannt ist aber, dafs man diejenigen Gegenständ[illegible]

1 Gay-Lussac in G. XL. 229. Vergl. L. Gmelin's Hand[illegible] u. s. w. Th. I. S. 465.

pflegt, bei denen man die Verdunstung der ihnen
[e]n Flüssigkeiten beschleunigen will. Hieraus folgt
[umg]ekehrt von selbst, dafs die Verdunstung abnehmen
[zule]tzt auf ein Minimum herabsinken müsse, wenn die
der Wärme, welche die Expansion des gebildeten
bewirkt, stets geringer wird. Genaue Mafsbestim-
hierüber für die verschiedenen Flüssigkeiten sind mir
[bek]annt, auch bezweifle ich, dafs sie bereits durch Ver-
[aus]gemittelt wurden, weil Letzteres sehr schwer seyn
insofern die Wärmemenge nur eine einzige der ver-
[schiedene]n Bedingungen ist, die auf die Stärke der Verdun-
[stung ein]en Einflufs äufsern, und es kaum möglich seyn wür-
[de, die] übrigen sämmtlich auszuschliefsen oder gehörig in
[Rechnung] zu nehmen. Eine Bestimmung hierüber, jedoch nur
[ung]efähr, theilt Schübler[1] mit, welcher fand, dafs die
[Verdunst]ung während 24 Stunden im Juli über zehnmal stär-
[ker], als im Januar, wobei die Temperaturdifferenz bei-
[nahe] 36° C. betrug, auch ist die bekannte unglaubliche
[Trocken]heit der Luft unter der äquatorischen Zone in Folge
[der dorti]gen starken Verdunstung eine bekannte Sache. Der
[...]ler[2] hervorgehobene Einflufs der Sonnenstrahlen auf
[...] der Verdunstung läfst sich einfach auf die erzeugte
Wärme zurückführen, ohne dafs man gezwungen ist,
[einer] künstlichen Hypothese seine Zuflucht zu nehmen.
[...]r und interessanter dagegen ist es, die Grenze aufzu-
[finden,] bei welcher die noch vorhandene Wärme Dampf zu
[bilden v]ermag und daher die Verdunstung aufhört. Dafs diese
[nicht da] liege, wo die Flüssigkeiten in den Zustand der
[Starrheit] übergehn, wufste man lange vom Wasser, neuerdings
[hat man] ebendieses bei der festen Kohlensäure und der Blau-
[säure gl]eichfalls wahrgenommen, denn wenn Tropfen der letz-
[teren in] einer Glasröhre erstarren, so nehmen sie doch fort-
[während] an Masse ab und verschwinden bald gänzlich. Am
[allgemeinst]en bekannt ist diese Thatsache beim Eise und ver-
[dient da]her eine etwas nähere Betrachtung.

[Da]fs das Eis, wie das Wasser, verdunste, wufste

1 [N]aturwissenschaftliche Abhandl. einer Gesellschaft von Wür-
[temberg]. I. S. 211.

2 [...]. IV. 210.

man schon lange und wird sogar schon von Plin
wähnt. Bekannt ist, dafs man sich des anhaltenden
rens bedient, um Cadaver und Präparate thierische
ohne Fäulnifs austrocknen zu lassen, ja selbst in den
haltungen pflegt man die nasse Wäsche durch Gefri
nöthigen Trockenheit wenigstens nahe zu bringen.
non[2] wollte sogar gefunden haben, dafs das Eis bei
Kältegraden stärker als bei niederen verdunste, und
rius[3] wollte diesen Irrthum verbessern, indem er
finde dieses blofs bei der Bildung des Eises statt;
Sache erklärt sich bald, wenn man nur berücksicht
unter mittleren Polhöhen die gröfsere Kälte meistens
terem Wetter und trocknen Luftströmungen verbu
die alsdann eine steigende Verdunstung zur Folge ha
tief erkältetes Eis bei sehr feuchter Luft nicht nur
dunstet, sondern sogar an Volumen vermehrt wird.
ziehung auf das Verdunsten des Eises überhaupt ist
dings ein auffallendes Phänomen, dafs Theilchen vom
einem starren Körper, in Dampfgestalt fortgerissen werd
darum wurde dasselbe auch so oft beachtet und bemerk
ses geschah namentlich durch Mairan[4], Rumford[5] und
ton[6], welcher aus seinen Versuchen folgerte, dafs di
dunstung des Eises nach gleichen Gesetzen, als die de
sers, erfolge. Wistar[7] brachte Eis von 0° C. Temp
ein Zimmer von — 17°,78 C. und sah einen sichtbaren
von demselben aufsteigen, ein leicht zu erklärendes Phäno
der aus der verhältnifsmäfsig sehr warmen Substanz de
entwickelte Wasserdampf in der sehr kalten Umgebun
fangs zu undurchsichtigem Dunste niedergeschlagen
woraus jener folgerte, dafs Destillationen in allen Temp
ren durch hinlänglichen Unterschied der Wärme zu be

1 Hist. Nat. L. XXXI. Cap. 3.

2 Mém. de l'Acad. de Par. 1708. p. 451.

3 Schwed. Abhandl. 1746. Th. IX. S. 335. Vergl. Baron i de l'Acad. de Paris. 1753. p. 250.

4 Vom Eise. Deutsche Ueb. S. 240.

5 G. II. 268.

6 Memoirs of the lit. and phil. Soc. of Manchester. T. V. G. X. 140.

7 Amer. Philos. Trans. T. III. G. V. 354.

en wären, was im Allgemeinen keinem Zweifel unter- in der Anwendung aber ein sehr beschränkendes Hin- fs darin findet, dafs tiefe Kältegrade bei mittlerer Tem- ur nicht wohl ohne bedeutende Mühe und grofsen Auf- d zu erhalten sind. CARRADORI[1] beobachtete, dafs fri- n Schnee in der sofort steigenden Kälte allmälig ver- and, und leitete die schnellere Verdunstung desselben, die des Eises, von der gröfsern Oberfläche ab, die der hrenden Luft durch denselben dargeboten wird. Aus der en Verdunstung des Schnees wird auch leicht erklärlich, hoher Schnee in strengen Wintern, wenn er lange liegt, asse bedeutend abnimmt und daher nur verhältnifsmäfsig g Wasser beim Schmelzen liefert. Das Eis verdunstet t blofs, wenn es der Luft frei ausgesetzt, sondern auch, n es in poröse Körper eingeschlossen ist. Schon die leiteten das Verderben der Pflanzen durch Frost von n starken Verdunstung ab, wie namentlich THEOPHRAST[2] PLINIUS[3] ausdrücklich bemerken, GÖPPERT[4] aber hat blofs das Verdunsten der Säfte aus gefrorenen Pflanzen- les durch die Erfahrung nachgewiesen, sondern leitet auch Absterben der Pflanzen durch zu strengen Frost nicht wie nlich aus einer Zerstörung der Fasern durch die Aus- ung des Eises, sondern aus einer Entkräftung ab, welche h zu starkes Entziehen der Säfte, die nicht wieder her- ellen, bewirkt wird, weswegen Pflanzen in geringerer, anhaltenderer und von starker Verdunstung begleiteter e absterben, die unter andern Umständen eine gröfsere Beschädigung ertragen; auch mag die Erscheinung, dafs che Pflanzen in Grofsbritannien bedeutende Kältegrade aus- n, zum Theil mindestens darin ihren Grund haben, dafs ort nicht durch zu grofse Wärme verweichlicht und zu- h einer stets feuchten Luft ausgesetzt sind. Höchst inter- nt ist die durch FORSTER[5] gemachte Beobachtung, dafs

1 Brugnatelli Giorn. T. V. p. 202.
2 De causis plantar. Lib. V. cap. 12. p. 346. ed. SCHNEIDER.
3 Hist. Nat. L. XVII. C. 37. p. 404. ed. HARDUIN.
4 Ueber die Wärmeentwickelung in d. Pflanzen. Breslau 1830.

5 Journal of a third Voyage for the discovery of a North-West ge cet. by PARRY. Lond. 1826. 4. p. 76.

das Eis auch bei den tiefsten Kältegraden verdunstet, die kleinen Eiskrystalle, die sich durch die Annäher Menschen auf Metallflächen und optischen Gläsern in durch die gröfsten Kältegrade erstarrten Gegenden verschwanden zu jeder Zeit.

Das eigentliche Wesen des Verdunstungsprocesses Eise ist Gegenstand vieler Untersuchungen gewesen, man stets fragte, in welcher Gestalt die vom Eise los nen Theilchen wohl entweichen möchten, insofern ein starrer Körper ist, die Theile daher nicht wohl in Zustande der Festigkeit losgerissen werden können, an gentliches Schmelzen des Eises aber in einer Temperat ter dem Gefrierpuncte nicht wohl zu denken ist. CA RI[1] nimmt daher an, der Procefs beruhe auf einer che Affinität der Luft mit den Eispartikeln, welche letztere gegenseitige Anziehung zu Krystallen vereinigt würden, wegen dann eine andere stärkere, diese daher überwi Kraft vorhanden seyn müsse. Ebendiese Ansicht the MAN[2], welcher bemerkt, die Oberfläche des Eises müs zu verdunsten, geschmolzen seyn, was nicht statt finden ne, da die Verdunstung sogar bei — 35° C. fortdaure, könne daher nur eine chemische Verbindung zwischen me und Wasser als Ursache angenommen werden. Eb gumentirt auch CARRADORI[3], sofern er annimmt, dafs d Luft sich chemisch verbindenden Eistheilchen zuvor Wärme in den Flüssigkeitszustand übergingen; allein könnte zuvor im Allgemeinen fragen, ob die Verbindung Wasser mit Wärme bei der gewöhnlichen Verdunstung blofs mechanische sey, und wollte man dieses deswegen jahen, weil durch Compression des Dampfes Wärme a schieden und Wasser in tropfbar flüssiger Gestalt frei ge wird, so müfste der aus dem Eise gebildete Wasserdampf anderer Beschaffenheit als der gewöhnliche seyn, was schwerlich zugeben wird. In dieser Beziehung war PARI allerdings mit sich consequent, als er den Wasserdam

1 Brugnatelli Giorn. T. V. p. 202.
2 Reise. Th. I. S. 704.
3 A. a. O.
4 G. XVII. 307. Vergl. Voigt's Magazin. Th. III. S. 1 ff.

osphärischen Luft überhaupt für eine Verbindung von mit Sauerstoff hielt, wonach also die Verdunstung des ür eine Auflösung desselben in Sauerstoffgas der At- e gelten konnte, mithin die Schwierigkeit der Erklä- ad welche eigenthümliche Weise beim Verdunstungs- des Eises die Partikelchen desselben losgerissen und pfgestalt fortgeführt werden, von selbst wegfällt, sofern ere Körper chemisch auflösbar sind. Diese Hypothese eitet indefs gänzlich der neuerdings vielfach hervorge- Thatsache, dafs das Eis im Guericke'schen Vacuum tärker verdunstet, je verdünnter die Luft ist, und dafs Verdunstungsprocefs so lange fortdauert, als der gebil- mpf weggenommen wird. Richtig im Allgemeinen immer, dafs dem Anschein nach die Repulsion der beim Eise zuerst den Zustand der tropfbaren Flüssig- engen mufs, ehe neu hinzukommender Wärmestoff pansion zu bewirken vermag, und es ist nicht leicht ifen, wie beide Processe beim Eise in der Art un- mit einander verbunden sind oder auf einander fol- fs Partikelchen des Eises losgerissen und als Dampf rt werden. Im Ganzen ist jedoch dieses Verhalten e nur auffallender und allerdings merkwürdiger, so- en Theilchen durch stärkere Attraction zusammenge- erden, als beim Wasser, denn bei der Bildung des aus letzterem mufs gleichfalls die Adhäsion der ein- heilchen unter sich überwunden werden. Eine durch- iedigende Erklärung dieser allerdings merkwürdigen würde eine vollkommen deutliche Kenntnifs der At- gesetze und ihrer verschiedenen Modificationen voraus- die uns bekanntlich noch fehlt, und wir können sie r an andere ähnliche anknüpfen. Dahin gehört wohl ch, dafs ein einzelner Tropfen Oel sich über eine Vasserfläche ausbreitet, obgleich beide Flüssigkeiten sich t einander vermischen und daher die Anziehung ih- lchen unter sich stärker ist, als die zu denen der an- ennoch aber werden Theilchen von der Oberfläche des sgerissen und gehn eine neue Verbindung mit dem ein. Auf ähnliche Weise werden auch von der Ober- es Wassers, wie des Eises, Theilchen losgerissen und nsibler Gestalt fortgeführt.) Es handelt sich daher vor-

läufig nur um die Feststellung der Thatsache, nämlich ob
losgerissenen Theilchen des Eises zuerst in den tropfbar
sigen und dann in den exansibeln Zustand versetzt we
oder ob sie aus dem festen sofort in den letztern über
welches auf jeden Fall höchst unwahrscheinlich ist, da
tropfbar flüssige Aggregatform zwischen der festen und
pansibeln in der Mitte liegt und der Zustand der Exp
als unmittelbare Folge der Verbindung starrer Körper
Wärme minder leicht vorstellbar ist. Diese theoreti
Schlüsse finden vollkommene Bestätigung durch meine Vers
in denen bei einer Temperatur zwischen — 5° und — 1
Eiskrystalle von der einen inneren Wandung eines luftl
Ballons zur gegenüberstehenden hinübergeführt wurden
sich allmälig dort ansetzten, wobei zugleich im Allgem
vorausgesetzt werden muſs, daſs aller niedergeschlagene
auf Körpern jeder Art sich ansetzende Dunst tropfbar fl
ist, bevor er in Eis verwandelt wird, auſserdem aber gl
ich den tropfbar flüssigen Zustand des an den Wand
des Glases sich allmälig anhäufenden und zu kleinen E
deln oder Schneekrystallen vereinigten Wasserdunstes
mittelst einer Loupe bestimmt wahrgenommen zu haben[1].

3) Die dritte Bedingung der Verdunstung liegt in
leichten und schnellen Wegführung des bereits erzeugten D
pfes, um dem neu zu bildenden Raum zu geben; denn n
einem höchst merkwürdigen Gesetze ist die Affinität des W
mestoffes zu den verschiedenen Körpern und sein Bestre
sich mit ihnen zur Dampfform zu verbinden, so stark,
stets aufs neue Dampf gebildet wird; zugleich aber kann
Dichtigkeit des Dampfes in einem gegebenen Raume nur
zu einer gewissen, durch die Temperatur bedingten Gr
wachsen, weil ein gewisser Theil des Wärmestoffes stets
sibel bleibt und nicht gebunden wird[2], und es kann d
kein neuer Dampf gebildet werden, sobald der bereits g
dete die der Temperatur zugehörige Dichtigkeit erhalten
Hieraus werden eine Menge von Erscheinungen, die bei
Verdunstung vorkommen, erklärlich. Dahin gehört zuerst
Kälte, welche durch jede Luftbewegung entsteht, wenn

1 Physikalische Abhandlungen. S. 65. 73. 92. 112. 366.
2 S. Art. *Dampf*. Bd. II. S. 287.

…gte Luftmasse nicht eine merklich höhere Temperatur hat … hierdurch die in Folge der Verdunstung entstehende Kälte …windet. Daher erzeugt Zugluft, das Fächeln und das … Abkühlung, wie man namentlich im Sommer empfin…, wenn die den menschlichen Körper umgebende, mit Dampf gesättigte Luft fortbewegt und frische, trocknere an die Stelle geschafft wird. Hierauf beruht dann auch der Ein…fluſs der Winde, je nachdem sie mehr oder weniger trocken sind. SCHÜBLER[1] fand die Verdunstung bei N., NO. und O. Winde selbst bei einer mittleren Temperatur von — 7°,5 C. so stark, daſs die Oberfläche einer Eisschicht binnen 4 Mo…naten um 0,5 Zoll vermindert wurde. Nach PARROT's[2] Ver…suchen verdunstete eine Eisschicht selbst an Orten, die gegen Wind und Sonnenlicht geschützt waren, bei — 10°,75 C. $\frac{1}{265}$ Zoll, bei — 16°,25 $\frac{1}{200}$ Z., bei — 3°,75 $\frac{1}{140}$ Z., bei — 0°,94 [illegible] Zoll in 24 Stunden, und hiernach erklärt er sehr über…zeugend die Entstehung des *Rossols* (kleiner Häufchen Salz…krystalle) auf dem Eise des sibirischen Polarmeeres daraus, daſs die Wellen des Seewassers aus den dortigen Polinjen die Eis…decke überströmen, deren Wasser dann in Folge der trock…nen Luft, des Windes und der Sonnenstrahlen sofort verdun…stet und die Salzkrystalle auf der Oberfläche zurückläſst. Auf die durch Luftwechsel bewerkstelligte Vermehrung des Ver…dunstens tropfbarer Flüssigkeiten ist MONTGOLFIER's Verdam…pfungsapparat (*Évaporatoire*) gegründet, welcher durch CLÉ…MENT und DÉSORMES insofern verändert worden ist, daſs der gebildete Dampf nach LESLIE's Verfahren absorbirt werden soll, und auf diese Weise kann die Vorrichtung zum Austrocknen gebraucht werden[3]. Im Wesentlichen besteht der Appa…rat aus einem *Ventilator* nach Art des durch DESAGULIERS angegebenen, vermittelst dessen die Luft in einem stetigen, möglichst starken Strome über die zu verdampfende Flüssig…keit hingeleitet wird. Uebrigens hat nach den Versuchen von

---

1 Naturwissensch. Abhandl. einer Gesellschaft in Würtemberg. Th. I. S. 211.

2 Physikalische Beobachtungen des Capitain-Lieutenant Baron v. WRANGEL. Berlin 1827. 8. S. 5. Anm.

3 Ann. de Chimie. LXXVI. 34. LXXVIII. 183. G. XXXVII. 123. XLIII. 384. Schweigger's Journ. Th. II. S. 8.

Clément und Désormes die Gasart, worin die Verdunst vorgeht, keinen Einfluſs[1].

Der wechselnde Zutritt neuer Luft kann jedoch die Verdunstung nur dann befördern, wenn diese noch nicht mit Dampf gesättigt ist, weil sie in letzterem Falle keinen mehr aufzunehmen vermag. Je trockner daher die Luft ist, desto schneller werden Flüssigkeiten in ihr verdunsten. Scoresby erwähnt die ungemeine Trockenheit der Luft in der Gegend von Spitzbergen, wo das tief erkältete Polareis und die kalte Polarluft den gebildeten Wasserdampf begierig aufnimmt, ebenso zeigt sich die Luft in der Gegend der Hudsonsbai trocken, und ebendiese Eigenschaft derselben auf hohen Bergspitzen ist von de Saussure und Andern mehrmals bemerkt worden. Noch ungleich höher läſst sich indeſs die Stärke der Verdunstung treiben, wenn man der Luft den aufgenommenen Wasserdampf fortwährend durch absorbirende Körper, unter denen salzsaurer Kalk und vorzüglich Schwefelsäure den ersten Rang einnehmen, entzieht. Der entstandene Dampf mischt sich dann zwar leicht und schnell mit der umgebenden Luft, inzwischen setzt diese dennoch seinem Aufsteigen und seiner freien Bewegung ein bedeutendes Hinderniſs entgegen, und dieses wird daher um so viel geringer seyn, je dünner die Luft ist, worin sich der verdampfende Körper befindet. Wirken beide Bedingungen gemeinschaftlich, so muſs das Resultat desto auffallender seyn, und hieraus erklärt sich die starke Verdunstung auf hohen Bergspitzen in der trocknen und zugleich verdünnten Luft, der gewöhnliche Proceſs des Abdampfens und Austrocknens im Vacuum der Luftpumpe und die hohen Grade der Kälte, die durch Verdunstung der Flüssigkeiten und des Eises über Schwefelsäure im Guericke'schen Vacuum nach Leslie[3] erzeugt werden.

4) Endlich wächst die Verdunstung mit der Vergröſserung der Oberfläche und muſs der Gröſse derselben proportional seyn, wenn alle übrige Bedingungen gleich sind. Dieser Satz im Allgemeinen bedarf keines Beweises, denn er folgt von selbst aus der Natur der Sache, sofern die Bildung

---

1 Ann. de Chimie. T. XLII. p. 124. G. XIII. 141. XV. 148.

2 Account of the arctic Regions. T. I. p. 381.

3 G. XLIII. 375.

Dampfes über jedem einzelnen Theile der Oberfläche gleichförmig erfolgt; ist aber die Oberfläche sehr grofs, wie bei Seen und dem Meere, so wird die gebildete Dampfschicht durch die Luftströmung von einem Theile der Oberfläche dem andern zugeführt, und es kann also bei schon vorhandener Sättigung keine weitere Verdunstung statt finden, aufser in erhöhter Temperatur und sofern die leichtere, mit Dampf gefüllte Luft aufsteigt, dagegen trocknere herabsinkt oder von der Seite zugeführt wird, ohne dafs sie lange genug an derselben Stelle verweilt, um völlig gesättigt zu werden, abgesehen davon, dafs der Dampf sich stets höher hebt und ohne wesentliches Aufsteigen der Luft den höhern trocknern Schichten zugeführt wird. Hieraus erklärt sich übrigens gleichfalls, warum der Schnee nach CARRADORI und SCHÜBLER so stark verdunstet und bei langem Liegen unter günstigen Bedingungen zuweilen ganz verzehrt wird.

Wenn die bisher erörterten Bedingungen die Verdunstung beschleunigen, so mufs die Abwesenheit jener Beförderungsmittel durch verminderte Wirkung oder völlig ausbleibende Verdampfung kenntlich seyn. Es ist bereits oben bemerkt worden, dafs namentlich Wasserdämpfe die Verdunstung mancher Substanzen zu befördern scheinen, indem namentlich Campher auf Wasser schwimmend an der Berührungslinie des Niveau's dieser Flüssigkeit vorzugsweise stark verdunstet, und verschiedene Körper, wie auch Blumen, bei feuchter Atmosphäre einen vorzüglich starken Geruch verbreiten. Interessante Versuche hat FARADAY[1] angestellt, aus denen hervorgeht, dafs die meisten Körper in Temperaturen, in denen sie nicht zu verdunsten pflegen, auch durch die Anwesenheit des Wassers nicht zur Verdunstung gebracht werden. Zu diesem Ende füllte er Flaschen mit verschiedenen wässerigen Lösungen, stellte in diese Röhren, mit denjenigen Substanzen gefüllt, deren Verdunstung untersucht werden sollte, verkorkte und überband die Flaschen, liefs sie fast vier Jahre an einem dunkeln Orte stehn und prüfte dann durch Reagentien, ob ein gegenseitiger Uebergang der verschiedenen Substanzen zu einander statt gefunden hatte. Dieses war der Fall nur bei Kry-

1 Journal of the Roy. Inst. 1831. N. 1. p. 70. Poggendorff Ann. XIX. 545. Philos. Magaz. and Annals T. VIII. p. 383.

stallen von Kleesäure und verdünnter Schwefelsäure, Ae sublimat und Kalilösung, salpetersaurem Ammoniak und v dünnter Schwefelsäure. Bei allen 12 übrigen zeigte sich k Spur. Wird eine Flüssigkeit durch eine andere minder flü tige gebunden, so wird sie minder leicht verdunsten, dieses nothwendig daraus folgen mufs, dafs dem Bestr nach Verdampfung eine andere widerstrebende Kraft en genwirkt. Alkohol mit Wasser, Wasser mit Schwefels gemischt oder Lösungen von Salzen enthaltend werden d weniger leicht verdunsten, als im reinen Zustande. Hie zeigt sich eine von Gehlen[1] bereits als noch unerklärt zeichnete Anomalie bei der Destillation des Branntweins, i dem anfangs vor dem Sieden dieser Verbindung von Wa und Alkohol nicht die letztere flüchtigere Substanz, son die erstere übergeht, so dafs man eine beträchtliche Me reines Wasser erhalten soll, wenn man längere Zeit die d erforderliche niedrige Temperatur beibehält, statt dafs be beginnenden Sieden sogleich Weingeist abdestillirt wird. der Raum über einem verdunstbaren Körper mit Dampf einer der bestehenden Temperatur zugehörigen Dichtigkeit gefüllt, so mufs die Verdunstung aufhören, bis der vorhand Dampf fortgeführt ist. Fontana bemerkte in dieser Bezieh dafs Wasser in einem Gefafse, welches überall verschlos und nur durch einen engen Canal mit Recipienten von beli biger Weite verbunden ist, wenig oder gar nicht verdampf wird, Gay-Lussac[2] aber hat noch eine Menge hierher ge höriger Thatsachen zusammengestellt und daraus gefolger dafs die Verdampfung durch einen steten Luftstrom möglic gemacht oder bedeutend verstärkt wird. Giefst man Schwe felsäure auf Salpeter, so entwickeln sich beim freien Zutritt der Luft anhaltend salpetersaure Dämpfe, hören aber sogleic auf, wenn sich die Luft über der Oberfläche nicht erneue kann. Unter andern erhielt er 30 Gran trocknes salzsaur Kali in einem Platintiegel eine halbe Stunde lang in Flu und es verlor nur 0,085 Gr., als ein nicht genau schliefsen der Deckel auf dem Tiegel lag, beim freien Zutritte der Lu

1 Dessen Journal für die Chemie und Physik. Th. V. S. 663.

2 Mém. de la Soc. d'Arcueil. T. I. p. 204. Gehlen's Journ. Th. V S. 655.

...ung aber der Verlust in derselben Zeit 0,62 Gran, obgleich die ...e nicht so hoch steigen konnte, auch sah man den Dunst ...r dann reichlich, wenn der Deckel weggenommen wurde; ...n kann daher dieses und andere Salze durch Anwendung ...n Hitze stark austrocknen, ohne von ihrer Substanz be-...chtlich zu verlieren, wenn man sie in leicht bedeckten ...geln behandelt. Ebenso bedarf es zur Bereitung der Zink-...men eines Luftstromes; Blei, Spiefsglanz und Wismuth dam-...fen stark bei der Rothglühhitze in offenen Gefäfsen und ...einen sonach flüchtig, in verschlossenen aber geben sie kein ...blimat. Aus diesen und ähnlichen Thatsachen folgt, dafs ...n den freien oder gehemmten Zutritt der Luft wohl be-...rücksichtigen müsse, wenn der Grad der Flüssigkeit einer ...stanz bestimmt werden soll; auch erklärt Gay-Lussac ...aus die Erscheinung, dafs bei der Destillation einer zu-...sammengesetzten Substanz der flüchtigere Bestandtheil stets ...e gewisse Menge des minder flüchtigen mit sich fortreifst, so-...rn seine Dämpfe hierbei die Stelle des Luftstromes vertre-...n. Wenn hiervon eine Anwendung auf ein Gemisch von ...kohol und Wasser gemacht wird, sofern die erstere dieser ...üssigkeiten bereits siedet, während die andere ihren Siede-...punct noch nicht erreicht, so begreift man bald, dafs der ...aum über der Mischung stets Wasserdämpfe enthalten mufs, ...wenngleich derselbe mit Weingeistdämpfen erfüllt ist[1], und ...die letztern werden sich stets erneuern, so lange sie durch ...die Bewegung der letzteren mechanisch fortgeführt werden.

Ein oben bereits beiläufig berührtes Problem, nämlich ...die *Grenze der Verdunstung*, ist von Faraday[2] zum Gegen-...stande genauerer Untersuchungen gemacht worden. Die Dämpfe ...aller Flüssigkeiten und überhaupt aller verdunstenden Körper neh-...men durch Verminderung der Wärme nach einem Gesetze ab, ...welches bei der Untersuchung des Verhaltens dieser expansi-...blen Körper näher erörtert worden ist[3]. Aus der Stärke dieser ...Abnahme läfst sich schliefsen, dafs der Dampf aller Körper, ...insbesondere derjenigen, die nur bei hohen Temperaturen sie-...den, zuletzt eine sehr geringe Dichtigkeit haben müsse; ob er

1 S. meine physikalischen Abhandlungen. S. 356 ff.

2 Philos. Trans. 1827. p. 484. Ann. of Phil. New Ser. T. XII. p. 436. Poggendorff's Ann. IX. 1.

3 S. Art. *Dampf*, *Dichtigkeit desselben*. Bd. II. S. 370.

Entfernung vom Mittelpuncte der Erde bis auf eine versch dende Gröfse bei allen gleich ist und wir nach den ge ren Begriffen über die Dämpfe den ganzen eingeschlo Raum mit ihnen erfüllt uns vorstellen müssen, ohne ei fsere Dichtigkeit derselben im untern als im obern Thei Raumes anzunehmen. Als interessante und über das w gende Problem Belehrung ertheilende Thatsachen füh RADAY an, dafs z. B. Silber in starker Weifsglühhitze lich verdampft, in geringerer Glühhitze aber so wenig, die empfindlichsten Reagentien keine Spur von Dampf b ken lassen, woraus zu schliefsen ist, dafs die Grenze de dunstung bei diesem Metalle schon in beträchtlich hoher peratur eintritt. Quecksilberdämpfe werden, wie ber wähnt worden, bei — 6⁰,67 Wärme nicht mehr wahrgeno auch fand H. DAVY[1], dafs der Durchgang der Elektricität die Torricelli'sche Leere und das Licht derselben in sich zwischen — 7⁰ und — 28⁰ C. nicht ändere, wes die Grenze der Verdunstung dieses Metalls bei der Temperatur zu setzen wäre. BELLANI[2] hing einen S polirtes Zink in einer Flasche über etwas concentrirter S felsäure auf, deren Siedepunct bei 313° C., also dem des Q silbers nahe liegend, gesetzt wird, und fand nach zwe ren keine Veränderung der Zinkplatte, woraus hervor scheint, dafs bei der angewandten Temperatur keine Ve pfung der Schwefelsäure statt findet.

FARADAY nimmt an, dafs aufser der Schwere bei Verdampfung noch die *Cohäsion* wirksam sey. Er bracht das untere Ende eines Glasröhrchens einige Stücke Cam machte es luftleer, schmolz das obere Ende zu und bed dieses mit etwas stets nafs erhaltenem Fliefspapier. In der Abkühlung bildeten sich nach einigen Tagen Kry aber nur einige wenige, und der entstandene Dampf m daher von diesen stets aufgenommen werden. Hieraus fo er, dafs der Campherdampf zwar in Berührung mit dem G expandirt bleibt, seine Elasticität aber in der Berührung einem bereits gebildeten Krystalle verliert, weil die Expa des Dampfes durch die Berührung eines bereits ersta

1 Philos. Trans. 1822. p. 71.
2 Brugnatelli Giornale di Fisica cet. T. V. p. 197.

kes Campher in Folge einer Kraft, die er Cohäsion nennt, wunden und vernichtet wird. Aehnliche Erscheinungen n das Iod, Calomel, ätzendes Sublimat, Antimonoxyd, hthalin, Oxalsäure und andere Körper dar. Wollen wir die hier unverkennbar sich thätig zeigende Kraft auch nicht Cohäsion nen, sondern allgemein *Attraction*, so ist nicht in Abrede llen, dafs eine solche, die auch die Krystallbildung in ährten Flüssigkeiten bedingt, wirklich in der Natur vorden sey und dem Bestreben nach Verdampfung entgegenkt. Nach diesem allen wird es höchst wahrscheinlich, dafs von FARADAY angenommene *Grenze der Verdunstung* lich existirt und bei einigen Körpern, als Quecksilber, wefelsäure u. s. w., welche erst über 300° C. sieden, schon oder nahe unter dem Gefrierpuncte des Wassers, bei ann flüchtigern aber tiefer liegt.

Ein specieller, vorzugsweise vielfach bearbeiteter Zweig Untersuchungen über die Verdunstung bezieht sich auf die *Wassers* auf der Oberfläche unserer Erde, deren Gröfse auszumitteln suchte, um aus den Resultaten die Menge herabfallenden hydrometeorischen Wassers zu erklären. meisten der für diesen Zweck bestimmten Versuche wurden *Atmidometern* angestellt, allein es ist oben[1] gezeigt worden, diese Apparate diejenigen Bedingungen nicht erfüllen können, welche beim gewöhnlichen Verdunsten auf der Oberfläche unserer Erde, die bald kahl, bald mit Vegetabilien oder einer Wasserfläche bedeckt ist, statt finden, es können daher genäherte Werthe erhalten werden, aus denen jedoch vorgeht, dafs der Ursprung der Quellen und die Hydrore hieraus sich befriedigend erklären lassen. Alles hymeteorische Wasser, welches auf kahle oder mit niedrigen nzen bedeckte Ebenen herabfällt, wird durch Verdunstung stentheils wieder entfernt, und die Stärke der letzteren ist eines geringer, als sie seyn könnte, wenn der Boden feuchter wäre; was aber auf Berge fällt, insbesondere auf bewaldete, läuft herab oder sinkt in die Erde, und bildet auf diese Weise die zahlreichen Quellen. Statt genauer Mafsbestimmungen lassen sich daher nur die wichtigsten Versuche beibringen,

1 S. Art. *Atmometer*. Bd. I. S. 432.

aus denen jedoch das oben ausgesprochene Resultat g
hervorgeht.

Einer der Ersten, welcher Versuche über die Ver
anstellte, um daraus die wässerigen Meteore und ha
lich den Ursprung der *Quellen*[1] abzuleiten, war H
Dieser setzt die Stärke der Verdunstung in der wärm
reszeit täglich auf 0,1 engl. Zoll, und berechnet, insb
mit Rücksicht auf die See, dafs hierdurch eine ge
Menge Wasser gegeben wird, um daraus die Hydr
und den Ursprung der Quellen zu erklären. Crucqui
stimmt die Stärke der Verdunstung für Holland jährlic
Zoll, Wallerius[4] für Schweden um das Ende des J
lich zu 0,25 Zoll. Die früher am meisten benutzten
gen sind die von Sedileau[5] zu Paris mit einem ge
chen Atmometer angestellten, wonach er im Jahre
die einzelnen Monate in altpariser Fufsmafs erhielt:

Januar . .	0 Zoll	6,25 Lin.	Juli . . .	4	Zoll	7,
Februar . .	0 —	7,00 —	August .	4	—	4,
März . . .	1 —	7,75 —	September	2	—	9,
April . . .	2 —	7,00 —	October .	1	—	1,
Mai . . .	5 —	1,00 —	November	0	—	8,
Juni . . .	4 —	2,25 —	December	0	—	6,

Der ganzjährige Betrag der Verdunstung zu Paris wä
nach also 28 Z. 8,42 Lin. Gehler[6] gründet hierauf
rechnung der mittleren Verdunstung auf der ganzen I
fläche, die ich aber weglasse, weil die dabei zum Gr
legten Gröfsen allzu schwankend sind. Wir dürfen
cherheit annehmen, dafs in ebenen, bebauten Gegen
jährliche Verdunstung nicht gröfser sey, als die Me
herabfallenden hydrometeorischen Wassers beträgt,

1 S. Art. *Quelle*. Bd. VIII. S. 1024.

2 Philos. Trans. 1687. T. XV. N. 189. 192. T. XVI.
Vergl. T. XVIII. N. 212. p. 183.

3 Philos. Trans. N. 381.

4 Schwedische Abhandl. D. Ueb. 1739.

5 Mém. de l'Acad. de Paris. 1692.

6 Alte Ausg. Bd. IV. S. 206.

Unvollkommenheit der Verdunstungsmesser ist es daher am
[illegible]ersten, die letztere Gröfse bei den Mafsbestimmungen hier-
[illegible] zum Grunde zu legen. Da aber die jährliche Regen-
[illegible] zu Paris[1] nach Arago nur 17,91, nach Gasparin
[illegible] 20,8 Par. Zoll beträgt, so ergiebt sich hieraus, dafs Se-
[illegible]'s Versuche, so wie alle mit den gewöhnlichen At-
[illegible] angestellte, keine richtigen Gröfsenbestimmungen ge-
[illegible] können. Aus dieser Ursache erhielten auch Daniell[2]
[illegible] Bostock[3] aus ihren Versuchen, wobei sie sich eines sil-
[illegible] Gefäfses bedienten, keine ihnen selbst genügenden Re-
[illegible].

Wie unvollkommen aber die Aufklärungen seyn mögen,
[illegible] vermittelst der gewöhnlichen Atmometer über die
[illegible] der Verdunstung, namentlich über die mittlere ganz-
[illegible] zu erhalten vermag, so wollen wir dennoch einige
[illegible] Erfahrungen hierüber zusammenstellen, weil diese min-
[illegible] eine Vergleichung unter einander gestatten und zu-
[illegible] den Einflufs der verschiedenen mitwirkenden Bedingun-
[illegible] überblicken lassen. Nach Kirwan[4] betrug die Ver-
[illegible] bei seinem Atmometer von 25,23 engl. Quadratzoll
[illegible] in einer Stunde im Maximum bei 20°,27 C. Wärme
[illegible] und im Minimum nur 2 Grains. Für das ganze
[illegible] berechnet er die Höhe der verdunsteten Wassermasse zu
[illegible] engl. Zoll, welches der Regenmenge trockner Jahre in
[illegible] gleich kommen soll. Ganz anders ist das Resultat,
[illegible] Dobson[5] zu Liverpool in den Jahren 1772 bis 1775
[illegible] runden, 12 Z. im Durchmesser haltenden Atmo-
[illegible] erhielt, wobei er den Abgang stets durch hinzugegos-
[illegible] Wasser wieder ersetzte. Die so gemessene Verdunstung
[illegible] im Mittel

---

1 S. Art. *Regen.* Bd. VIII. S. 1314.
2 Journ. of Science, Lit. and Arts. N. 33.
3 London Journ. of Science. N. 36.
4 On the Variations of the Atmosphere. Dublin 1801. Ch. I.
5 Philos. Trans. T. LXVII.

Januar ..	1,50 engl. Zoll.		Juli ...	5,11 engl. Zoll	
Februar .	1,74 —	—	August .	5,01 —	—
März ...	2,64 —	—	September	3,18 —	—
April ...	3,30 —	—	October	2,51 —	—
Mai ...	4,34 —	—	November	1,51 —	—
Juni ...	4,41 —	—	December	1,49 —	—

im ganzen Jahre also 36,78 engl. Zoll, statt dafs die R[illegible] menge 37,48 engl. Z. betrug. DALTON[1] mafs währe[illegible] Jahren die Verdunstung zu Manchester mittelst eines [illegible] Atmometers von 10 Zoll Durchmesser und erhielt fo[illegible] Gröfsen, wobei jedoch die vier ersten und der letzte blofs nach Schätzung bestimmt sind.

Januar ...	1,500	Zoll	Juli ...	6,628	Zoll
Februar ...	2,000	—	August ..	6,058	—
März	3,500	—	September	3,398	—
April	4,500	—	October..	2,351	—
Mai	4,959	—	November	2,042	—
Juni	6,487	—	December	1,500	—

im Ganzen 44,4 Zoll, also beträchtlich mehr, als die [illegible]lere Regenmenge daselbst, die nur zu etwa 34 Zoll [illegible]geben wird. Von SCHÜBLER's[2] zahlreichen Beobacht[illegible] erwähne ich nur, dafs hiernach die ganzjährige Verdun[illegible] mit einem im Schatten stehenden Atmometer gemessen [illegible] Jahre 1827 zu Tübingen 28 Z. 0,6 Lin., zu Babenhausen [illegible] 2,16 Lin. Par. Mafs, im Jahre 1826 aber dort 20 Z. 5,4 [illegible] hier 20 Z. 1,6 Lin. betrug, und dafs er die Ursache [illegible] Ungleichheit in den vorherrschenden trocknen Winde[illegible] finden glaubte. Vom Jahre 1828 hat derselbe die Gröfse[illegible] monatlichen und der mittleren täglichen zu Tübingen [illegible]geben[3].

1 Memoirs of the Soc. of Manchester. T. V. p. 666. G. [illegible] 201.

2 Schweigger's Journ. Th. LIV. S. 219.

3 Ebendaselbst Th. LVIII. S. 208.

	Verdunstung			Verdunstung	
	monatl.	tägl.		monatl.	tägl.
ar	16,3 Lin.	0,53 Lin.	Juli . . .	44,5 Lin.	1,43 Lin.
uar	8,7 —	0,30 —	August .	37,9 —	1,22 —
z	19,6 —	0,63 —	September	31,7 —	1,05 —
il	34,5 —	1,15 —	October	15,8 —	0,51 —
i	44,4 —	1,43 —	November	7,1 —	0,23 —
i	44,6 —	1,48 —	December	8,9 —	0,29 —

Ganzen betrug also die Höhe der im Jahre verdunsteten sermenge 26,18 Par. Zoll und die mittlere tägliche 0,86 Linien. Werden die drei Jahre zur Vergleichung zu- mengestellt, so ergiebt sich zu Tübingen:

für 1826 . . . 20,45 Par. Zoll
— 1827 . . . 28,05 — —
— 1828 . . . 26,18 — —

ches im Mittel der Menge des dort herabfallenden hydro- mischen Wassers ungefähr gleich ist. Schübler bemerkt bei, dafs im letzten Jahre die Gröfse der Verdunstung die herabgefallenen Regen- und Schneewassers etwas über- fen habe, und überhaupt wird hieraus ersichtlich, dafs, wie Regenmenge und mittlere Temperatur, so auch die Gröfse Verdunstung nicht in allen Jahren gleich ist. In heifse- Gegenden ist die Verdunstung ungleich stärker, wie kaum erwähnen nöthig scheint, da die Gröfse der Verdun- g überhaupt der Höhe der Temperatur in einem noch nicht u bestimmten Verhältnisse proportional ist; jedoch darf h als bekannt vorausgesetzt werden, dafs die vorherrschen- Feuchtigkeit oder Trockenheit des Klima's hierauf einen eutenden Einflufs äufsert, weswegen an einigen Orten, na- tlich in den südamericanischen Waldungen, Holz und El- bein nicht im trocknen Zustande zu erhalten sind, statt dafs manchen Wüsten thierische Körper nicht faulen, sondern rocknen. Dürfte man voraussetzen, dafs die umgebende stets trocken wäre und die Winde keinen Einflufs äufser- so liefse sich die Menge des erzeugten Dampfes aus den igkeiten desselben bei den jedesmaligen Temperaturen be- nen. Dieser Satz, welcher aus der Theorie folgt, wird

durch DALTON's[1] Versuche bestätigt, und DANIELL[2] hat
nach eine Tabelle der Wassermenge berechnet, welche i
ner Minute bei verschiedenen Temperaturen verdunstet,
den angegebenen Ursachen kann diese aber von keinem
tischen Nutzen seyn, da die vorausgesetzten Bedingunge
Trockenheit und sich stets gleichen Bewegung der Lu
neswegs als statt findend anzunehmen sind.

Die Gröfse der Verdunstung bei Wasserflächen liefse
hiernach also noch am leichtesten berechnen; schwieriger
es seyn, sie bei der Erdoberfläche auf ein genaues Mafs
rückzubringen, und die Schwierigkeit wächst, da der B
rücksichtlich der Kraft, seine Feuchtigkeit zurückzuh
höchst verschieden ist, abgerechnet dafs der Umstand,
mit niedrigern oder höhern Pflanzen bedeckt ist, einen
deutenden Unterschied herbeiführt. Der nackte und u
schattete Erdboden verdunstet stärker, als eine Wasserfl
weil die rauhe Oberfläche mehr Berührungspuncte dar
und die auffallenden Sonnenstrahlen eine gröfsere Erhit
erzeugen; daher das schnelle Austrocknen der Felder, W
u. s. w. nach einem Regen bei nachfolgendem Sonnens
Pflanzen und Bäume schützen den Boden gegen die Er
mung, die hydrometeorischen Wasser dringen daher in
selben ein und erzeugen dadurch die Quellen. Dennoch w
allgemein behauptet, dafs mit Pflanzen bedeckte Flächen
stärkere Verdunstung geben, als nackte, weil die Pflanzen
gen der grofsen, der Luft dargebotenen Oberfläche so
nehmend stark verdunsten, ein Resultat, welches nur d
statt finden kann, wenn wir annehmen, dafs die Vegetabi
aufser dem Wasser, welches sie durch die Wurzeln aufsaug
auch noch eine beträchtliche Menge aus der Luft aufnehm
Rücksichtlich der Thatsache selbst erwähnt MUSSCHENBROE
die starke Verdunstung der Pflanzen, bemerkt jedoch, dafs
machten Erfahrungen gemäfs[4] zwar die meisten Pflanzen
stark, einige dagegen nur wenig und einige sogar überh
nicht die Verdunstung begünstigen. Am bekanntesten ist

1 G. XV. 24. XVII. 65.
2 Meteorolog. Essays. p. 161.
3 Introductio in Phil. Nat. T. II. §. 2297.
4 Hist. de l'Acad. de Par. 1749. p. 382.

nung von HALES[1], wonach die Verdunstung einer Son-
blume (*helianthus annuus*) von 3,5 Fufs Höhe an einem
mertage 1,25 ℔., also ebenso viel, als die einer nackten
che von 3 Quadratfufs, betragen soll. KIRWAN[2] nimmt
alls an, dafs die Verdunstung einer mit Pflanzen be-
n Fläche stärker sey, als die einer nackten, und nach den
chen von WILLIAMS[3] verdunstet eine waldige Gegend
Drittel mehr, als eine gleich grofse Wasserfläche, Mo-
e JONNES[4] aber giebt nach Versuchen an, dafs ein
rium, 2,66 Gramme schwer, in 30 Tagen 204 Gramme
nste, ein Goyarabaum von gleichem Gewichte aber nur 100
me in gleicher Zeit. JOHN DALTON[5] dagegen ist anderer
t, aber in Folge von Versuchen, welche mehr Gewicht
, als die bisher angegebenen. WATSON fand, dafs in
dürren Zeit von einem kurz vorher abgeschornen Gras-
täglich etwa 0,07 Zoll Wasser verdunstete. Nimmt man
Gröfse als Mittelwerth für die tägliche Verdunstung im
Juni, Juli und August, und setzt man die jährliche Ver-
ng doppelt so grofs, als die in diesen 4 Monaten, so
t sie gegen 18 Zoll, also nur die Hälfte der mit dem
meter beobachteten und 6 Zoll weniger, als die jährli-
Regenmenge. Eine Vorrichtung, welche DALTON selbst
stellt hatte, um die Verdunstung des Erdbodens zu mes-
, bestand aus einem 3 Fufs tiefen, aber nur 10 Z. weiten,
Erde gefüllten und in den Boden gesenkten Gefäfse von
blech. Mit diesem sollte aber zugleich die Menge des
t verdunstenden, und daher zur Speisung der Quellen
nden Wassers gemessen werden, zu welchem Ende das
flüssige Wasser aus einem Röhrchen in ein Gefäfs ablief.
ahiren wir von der Abänderung der gewöhnlichen Be-
ffenheit des Erdbodens, welche hierdurch und durch die
3 Fufs betragende Tiefe des Gefäfses hervorgebracht wur-
, so ergab sich im Mittel aus dreijährigen Messungen die
e der Verdunstung = 25,148 Zoll und die Regenmenge

1 Vegetable Statics. §. 1.
2 A. o. a. O.
3 Trausact. of the Soc. of Philad. T. II. p. 150.
4 Ueber die Veränderungen, die durch Ausrottung der Wälder
t. t. v. entstehn. Deutsche Ueb. Tub. 1828. S. 125.
5 Manchester Memoirs. T. V. p. 346. G. XV. 265.

= 29,915 Z., woraus also folgen würde, dafs der Unte
= 4,767 Z. zur Speisung der Quellen dient. Ist gleich
Folgerung nicht völlig begründet, so giebt sie doch w
stens irgend einen Anhaltpunct, und aufserdem war die
Messen der Verdunstung dienende Fläche eine Zeit lang
zu einer andern Zeit mit Gras und Kraut bewachsen,
dafs dieses auf die Gröfse der Verdunstung einen merkl
Unterschied hervorbrachte. Wir können also aus diesen
suchen schliefsen, was auch aus andern Gründen wahrsch
lich ist, dafs die Menge des verdunstenden Wassers bei
tem Boden von der bei bewachsenem, wenn Gras und
drige Kräuter darauf stehn, nicht abweicht.

Wie begierig die Wärme sich mit den verdampf
Körpern verbindet, ersieht man daraus, dafs die Luft
einen Theil ihrer freien Wärme abgiebt, um mit den ihr
gänglichen Flüssigkeiten sich zu Dampf zu verbinden.
aus entsteht das, was man *Verdunstungskälte* zu nennen p
wovon im Art. *Wärme* die Rede seyn wird.

M.

Verfinsterung.

Finsternifs; *Eclipsis;* Éclipse; *Eclipse.*

Wir tragen hier noch dasjenige nach, was oben im
Finsternifs, wo blofs das Allgemeine dieser interessanten
scheinungen und auch dieses nur nach der älteren Met
de mitgetheilt wurde, im Rückstande geblieben ist.
würdige, leider zu früh aus unserer Mitte geschiedene V
jenes Artikels war der Ansicht, dafs eine Anleitung zur st
gen Berechnung der Finsternisse in diesem Werke nicht
geben werden könne, weil sie allemal weitläufig ausf
würde. Die Folge wird aber zeigen, ob diese Meinung
gründet ist, und ob nicht die analytische Darstellung di
Gegenstandes kürzer, deutlicher und zugleich genüge
ist, als alle jene sogenannten populären Betrachtungen,
gewöhnlich nur die Oberfläche der Sache berühren und
Leser nicht in den Stand setzen, dieselben auf specielle F
anzuwenden oder die auf diesem Wege begonnenen Unte

ngen selbst weiter zu führen. Die Physik hat, gleich der nomie, obschon viel später, auch eine rein mathematische rlage erhalten, ja sie ist erst seitdem in die Reihe der ischen Wissenschaften eingetreten, und es hieſse den h einer solchen Basis verkennen, wenn man sie fortan überall, wo sie hingehört, anwenden wollte.

I. Mondfinsternisse.

Gleich unserem Vorgänger beginnen auch wir mit den Finsen des Monds, da ihre Berechnungen von allen die achsten sind. Wir nennen hier und im Folgenden a und e wahre (geocentrische) Rectascension und Poldistanz, x Aequatorial-Horizontalparallaxe, m den geocentrischen messer und r die Distanz des Monds von der Erde; für andere Gestirn, das hier gewöhnlich die Sonne ist, beinen wir dieselben Gröſsen nach der Reihe durch α, ξ, μ und ϱ. Die stündlichen Aenderungen dieser Gröſsen wollen wir durch die Differentialformen ∂a, ∂p, $\partial \alpha \ldots$ drücken.

Die Mondfinsternisse haben[1] immer nur zur Zeit des Vollmonds statt, und es ist gezeigt worden, wie man sich rzeugen kann, ob zur Zeit eines gegebenen Vollmonds eine Finsterniſs eintritt oder nicht. Für den ersten Fall sey t die Zeit der wahren Opposition beider Gestirne, die man aus den onomischen Ephemeriden durch eine einfache Proportion den kann. Für diese Zeit der Opposition ist also $a = 180° + \alpha$. sey noch $\pi - p$ die Differenz der Poldistanzen beider Gestirne für dieselbe Zeit. Am einfachsten ist es, die Sonne der eigentlich die Erde ruhn zu lassen und dafür dem Monde die Differenz der Bewegungen beider Gestirne (in Rectascension und Declination) zu geben, wodurch offenbar das Phänomen, wie es uns erscheint, nicht geändert wird. Auch wollen wir diese in Beziehung auf die ruhende Erde von dem Monde beschriebene Bahn oder diese *relative Bahn des Monds* für die kurze Zeit der Dauer einer Finsterniſs als geradlinig annehmen, was ebenfalls ohne merklichen Fehler erlaubt seyn wird, da bei Bestimmungen dieser Art selten

1 Vergl. Art. *Finsterniſs*. Bd. IV. S. 251.

eine so grofse Genauigkeit gefordert wird, dafs die ge... Krümmung dieser Bahn eine besondere Berücksichtigung ... diente.

Fig. 250. Sey nun C der Mittelpunct des kreisförmigen Sc... EDF, der entsteht, wenn der Schattenkegel der Erde ... eine Ebene geschnitten wird, die durch den Mittelpunc... Monds senkrecht auf die Axe dieses Kegels geht. Es ... AMB die relative Bahn des Monds vor, und es sey CB s... recht auf dem Aequator AC, so wie CM senkrecht auf ... relativen Bahn AB. Dieses vorausgesetzt suche man zuer... Neigung BAC = n der relativen Bahn des Monds und ... kürzeste Distanz CM = e der Mondbahn von dem Mi... puncte C des Schattenschnitts. Nehmen wir an, der M... gehe in dieser relativen Bahn während einer Stunde durch ... Weg ab. Man ziehe ac parallel mit AC und bc senkr... auf ac, so ist $bc = \partial\pi - \partial p$ die relative stündliche Be... gung des Monds in Poldistanz, und da der Mond im All... meinen aufser dem Aequator liegt und von demselben um ... Gröfse $90^0 - \pi$ absteht, so ist $ac = (\partial a - \partial\alpha)$ Sin. π die ... lative stündliche Bewegung des Monds in Rectascension. ... nun der Winkel bac gleich BAC oder gleich n ist, so ... man in dem Dreiecke abc sofort

$$\text{Tang. n} = \frac{\partial\pi - \partial p}{(\partial a - \partial\alpha)\,\text{Sin.}\,\pi} \quad \ldots \quad (A)$$

und dadurch ist die Neigung n der relativen Mondbahn ... geben. Da nun der Mittelpunct des Monds zur Zeit t s... ner Opposition im Puncte B ist, so hat man $BC = \pi -$ ... und da überdiefs der Winkel $BCM = BAC = n$ ist, so ... auch

$$e = (\pi - p)\ \text{Cos. n} \quad \ldots \quad (B)$$

wodurch also auch die kürzeste Distanz e gegeben wi... Auch ist

$$ab = \frac{\partial\pi - \partial p}{\text{Sin. n}}$$

die stündliche relative Bewegung des Monds in seiner Ba... AB, so dafs man daher jeden Bogen dieser Bahn nur dur... die Gröfse $\frac{1}{ab}$ oder durch

$$h = \frac{\text{Sin. n}}{\partial\pi - \partial p}$$

tipliciren braucht, um sofort auch die *Zeit* zu erhalten, her dieser Bogen vom Monde beschrieben wird. Nenr nun R den Halbmesser jenes Schattenschnitts, wie er r Erde aus gesehn wird. Um diese Gröfse zu bestimsey S der Mittelpunct der Sonne, T der Erde und M Fig. 251. onds. Zieht man die Sonne und Erde berührende stA, und Mm senkrecht auf STA, so ist der Win-Tm gleich diesem scheinbaren Halbmesser R des Schatitts Mm oder es ist, wenn man die Linie sTD den Mittelpunct der Erde zieht,

$$R = MTm = DTm - DTM.$$

$$DTm = Tms + Tsm,$$

ist, nahe

$$DTm = x + \xi,$$

$$DTM = sTS = \mu,$$

ch[1]

$$R = x + \xi - \mu.$$

n wieder C der Mittelpunct des Schattenschnitts EKF Fig. 252. K die relative Bahn des Monds. Man ziehe CB senkauf AE, und CM senkrecht auf AK, so ist der Mitteldes Monds zur Zeit der Opposition in B und zur Zeit litte der Finsternifs in M, wo die Sehne HK der Mondin M halbirt wird. Dieses vorausgesetzt hat man in rechtwinkligen Dreiecke CMB, da nach dem Vorhergen $BC = \pi - p$ und $BCM = n$ ist,

$$BM = BC \text{ Sin. } BCM$$

$$BM = (\pi - p) \text{ Sin. n},$$

nch die Zeit, die der Mond braucht, diesen Bogen BM einer relativen Bewegung zu durchlaufen, gleich

$$h.(\pi - p) \text{ Sin. n}.$$

s ist aber die Zeit zwischen der Opposition in B und der der Finsternifs in M, so dafs man daher, da die Zeit t

---

[1] Vergl. Bd. IV. S. 253.

der Opposition bereits bekannt ist, für die Zeit Θ der der Finsternifs hat

$$\Theta = t \pm h.(\pi - p) \text{ Sin.} n \ldots \quad (C)$$

wobei das obere oder untere Zeichen gilt, je nachdem Mitte der Finsternifs nach oder vor der Opposition fällt.

Dieser Punct M der Mitte der Finsternifs ist zugleich Ort, wo der Mond am stärksten oder um die Größe verfinstert wird. Um diese *Gröfse der Finsternifs* zu fi hat man

$$LD = CD - CL. \quad \text{Aber } CL = CM - LM,$$

also auch

$$LD = CD + LM - CM$$

oder

$$LD = R + m - e.$$

Gewöhnlich drückt man diese Gröfse der Finsternifs nicht Minuten oder Secunden, wie es hier geschehn ist, sondern Zollen aus, indem man dem Halbmesser des Monds Zoll giebt. Auf diese Weise wird demnach die Größe Finsternifs

$$LD = (R + m - e)\frac{6}{m} \text{ Zoll}$$

betragen.

Um nun auch den Anfang und das Ende oder allge diejenige Zeit der Finsternifs zu finden, wo die Verfinste des Mondes ω Zoll beträgt, sey für diese Zeit der Mittelp des Mondes in M' und der Winkel $MCM' = u$. Man demnach

$$\text{Cos.} u = \frac{e}{CM'} = \frac{e}{R - D'M'} = \frac{e}{R - (D'L' - L'M')}.$$

Aber

$$L'M' = m$$

und

$$D'L' : m = \omega : 6 \text{ oder } D'L' = \frac{m\omega}{6},$$

also auch

$$\text{Cos.} u = \frac{e}{R + m - \frac{m\omega}{6}} \ldots \quad (D).$$

...nnt man aber so den Winkel (D), so erhält man auch den ...gen MM' durch die Gleichung

$$MM' = CM \text{ Tang.} u = e \text{ Tang.} u,$$

...d daher ist die Zeit T der Verfinsterung des Monds von ω Zollen

$$T = \Theta \pm h . e \text{ Tang.} u \ldots \quad (E).$$

...ür den Anfang und das Ende der partiellen Finsternifs hat ...an $\omega = 0$, für Anfang und Ende der totalen Finsternifs $\omega = 12$, für den Ein- und Austritt des Mondcentrums in den ...dschatten ist $\omega = 6$ u. s. w. Durch die Gleichungen (A) bis (E) werden alle Fragen gelöst, die man über die Mondfinster...nisse aufstellen kann. Diese Gleichungen lassen sich, wie ...an sieht, auf eine einzige zurückbringen, wenn man bereits ...die zwei Gröfsen n und e kennt, nämlich auf die Gleichung

$$T = t \pm h . (p - \pi) \text{ Sin.} n \pm h . \sqrt{\left(R + m - \frac{m\omega}{6}\right)^2 - e^2},$$

...welche die Zeit T der Finsternifs von ω Zollen giebt. Für den ...fang und das Ende der partiellen Finsternifs ist $\omega = 0$, für ...fang und Ende der totalen $\omega = 12$, für den Ein- und ...tritt des Mondmittelpuncts in den Schatten ist $\omega = 6$, und ...für die Mitte der Finsternifs oder für die Zeit der gröfsten ...Verfinsterung ist $\omega = \frac{6}{m}(R + m - e)$, wo dann dieser letzte ...Werth von ω selbst die Gröfse der Verfinsterung bezeichnet.

II. Sonnenfinsternisse im Allgemeinen.

Wenn man die Erscheinungen einer Sonnenfinsternifs für die ganze Oberfläche der Erde im Allgemeinen sucht, so wer...den die vorhergehenden Ausdrücke mit einigen geringen Aen...derungen auch hier ihre Anwendung finden. Da die Sonnen...finsternisse nur zur Zeit des Neumonds entstehn können, wo der Mond zwischen uns und die Sonne tritt, so wird man für ...sie zuerst die Zeit t der *Conjunction* suchen, wo $a = \alpha$ ist. ...Behalten wir dann die oben gewählten Zeichen bei, so erhält ...man wieder n und e durch die Gleichungen

$$\text{Tang.} n = \frac{\partial \pi - \partial p}{(\partial a - \partial \alpha) \text{ Sin.} \pi} \ldots (A') \text{ und } e = (\pi - p) \text{ Cos.} n \ldots (B').$$

Fig. 253. Bezeichnen nun L, S und T den Mittelpunct des Mon… Sonne und der Erde und stellt A den Beobachter … Oberfläche der Erde dar, so ist ALT = x die Horizo… rallaxe des Monds und AST = ξ die der Sonne. Fer… LAS = u die scheinbare Entfernung der Sonne und des… des, wie sie von dem Beobachter auf der Erde geseh… LTS = y aber die geocentrische Entfernung dieser … Gestirne, wie sie einem Beobachter im Mittelpuncte de… erscheinen würde. Da aber in jedem Dreiecke der … Winkel gleich den zwei innern entgegengesetzten ist, … man

$$u + x = y + \xi,$$

also auch

$$y = u + x - \xi.$$

Für den Anfang oder das Ende der partiellen Finsterni… $u = m + \mu$, also auch

$$y = m + \mu + x - \xi;$$

für den Anfang und das Ende der totalen Finsternifs ist $u = m$… also auch

$$y = m - \mu + x - \xi;$$

für den Augenblick der centralen Finsternifs ist $u = 0$, … auch

$$y = x - \xi \text{ u. s. w.}$$

Dieses vorausgesetzt hat man also, wie zuvor, für die … Θ der Mitte der Finsternifs

$$\Theta = t \pm (\pi - p)\, h \,\text{Sin.}\, n \ldots \quad (C')$$

und setzt man dann

$$\text{Cos.}\, u = \frac{e}{m + \left(1 - \frac{\omega}{6}\right)\mu + x - \xi} \ldots \quad (D'),$$

so hat man für die Zeit T einer Finsternifs von ω Zollen

$$T = \Theta \pm h . e \,\text{Tang.}\, u \ldots \quad (E')$$

wo wieder

$$h = \frac{\text{Sin.}\, n}{\partial \pi - \partial p} \text{ ist.}$$

Für den Anfang und das Ende der partiellen Finsternifs … wieder $\omega = 0$, für die totale Finsternifs ist $\omega = 12$, für … centrale ist $\omega = \frac{6}{\mu}(m + \mu)$ oder $\text{Cos.}\, u = \frac{e}{x - \xi}$ u. s. w., …

der Halbmesser der *Sonne* in sechs Zoll getheilt vorausgesetzt wird.

Im Vorhergehenden ist, der gröfsern Allgemeinheit wegen, der Aequator allen Rechnungen zum Grunde gelegt wor-. Wählt man dafür die Ekliptik, so werden a, α die Län-und p, π die Poldistanzen des Monds und der Sonne vom Pole der Ekliptik bezeichnen, wo also $\pi = 90°$ und $=0$ gesetzt wird.

Alle vorhergehende Rechnungen setzen voraus, dafs an gegebenen Tage des Voll- oder Neumonds eine Finster-auch in der That statt habe. Wenn dieses nicht der Fall so wird auch in den obigen Ausdrücken für Cos. u diese die Einheit überschreiten, zum Zeichen, dafs u imaginär ist oder dafs keine Finsternifs statt haben kann. Die hier-gehörenden Unterscheidungen sind schon oben[1] auseinan-gesetzt worden. Kürzer noch läfst sich der Gegenstand ausdrücken. Ist u die Entfernung des Monds (zur Zeit Opposition bei einer Mondfinsternifs und zur Zeit der Con-tion bei einer Sonnenfinsternifs) von seinem nächsten Kno-mit der Ekliptik, so hat man zur Entscheidung der Mög- oder Unmöglichkeit einer Mondfinsternifs

$$\text{Sin. u} = \frac{\text{Sin.}(m - \mu + x + \xi)}{\text{Sin. n}}$$

ebenso für eine Sonnenfinsternifs

$$\text{Sin. u} = \frac{\text{Sin.}(m + \mu + x - \xi)}{\text{Sin. n}}.$$

die Gröfsen m, x und ebenso μ, ξ veränderlich sind, wird man für sie ihre gröfsten und kleinsten möglichen Werthe wählen und damit die Werthe von u berechnen. findet auf diese Weise für Mondfinsternisse, dafs sie ge- statt haben, wenn zur Zeit der Opposition u kleiner ist 9° 31′, und dafs eine Finsternifs unmöglich ist, wenn u gröfser als 12° 4′ ist. Eine Sonnenfinsternifs aber hat gewifs statt, wenn zur Zeit der Conjunction in Länge u kleiner ist, als 15° 24′, und sie ist unmöglich, wenn u gröfser ist, als 18° 22′. Ist u zwischen diesen beiden Grenzen, so mufs man

1 S. Art. *Finsternifs.* Bd. IV. S. 254.

durch eine genauere Rechnung untersuchen, ob die Finst[...] statt haben kann.

III. Sonnenfinsternisse für einen besti[m]ten Ort der Erdoberfläche.

Um für einen gegebenen Ort der Oberfläche der E[rde] die Erscheinungen einer Sonnenfinsternifs durch Rechnung v[or]zubestimmen, mufs man vor Allem die *scheinbaren*, d. [h.] von der Parallaxe afficirten Orte der Sonne und des M[onds] nebst den stündlichen Veränderungen dieser scheinbaren [Orte] kennen. Es ist bereits oben[1] gezeigt worden, wie man [die] scheinbaren Orte findet, wenn man zuvor die *wahren* [(die] von dem Mittelpuncte der Erde gesehenen) *Orte* der G[estirne] aus den Planetentafeln oder aus den astronomischen Ep[heme]riden kennt. Seyen demnach für die Zeit T der wahren C[on]junction beider Gestirne a, p und m die scheinbare Recta[scen]sion und Poldistanz des Mittelpunctes und der scheinbare H[alb]messer des Monds, und nennen wir ebenso α, π und μ [die]selben Gröfsen für die Sonne. Die stündlichen Aender[ungen] dieser Gröfsen wollen wir, wie oben, durch ihre Differe[nzen] ∂a, ∂p und $\partial \alpha$, $\partial \pi$ ausdrücken und der Kürze wegen

$$f = \partial a - \partial \alpha \text{ und } g = \partial \pi - \partial p$$

setzen, so dafs demnach f und g die stündliche schein[bare] relative Bewegung des Monds für die als ruhend ange[nom]mene Sonne bezeichnen. Dieses vorausgesetzt sey T + t [die] gesuchte Zeit des Anfangs und Endes der Finsternifs, wie [sie] von dem gegebenen Orte der Erdoberfläche gesehn wird. [Da] für diese Zeit die beiden Gestirne sich mit ihren Rändern [be]rühren, so ist in dem rechtwinkligen Dreieck ASL, w[o S] und L die Mittelpuncte der Sonne und des Monds bezei[ch]nen, die Hypotenuse SL = m + μ und die beiden K[a]theten

Fig. 254.

$$AL = (a - \alpha + ft) \text{Sin.} \pi$$

und

$$AS = \pi - p + gt,$$

so dafs man daher die Gleichung hat

1 S. Art. *Parallaxe*. Bd. VII. S. 237.

$\mu)^2 = (a - \alpha + ft)^2 . \text{Sin.}^2 \pi + (\pi - p + gt)^2$ .... (F)
untere Zeichen für die innern Berührungen der Rän-
er für den Anfang und das Ende der totalen Finster-
ehört. Diese Gleichung ist für die in ihr enthaltene
t vom zweiten Grade, oder sie giebt zwei Werthe von
welchen der eine für den Anfang und der andere für
de der Finsternifs gehört.

n noch die *Gröfse* der Finsternifs zu finden, sey Θ die
wischen dem Anfange und dem Ende oder die *Dauer*
sternifs, und S der Mittelpunct der Sonne, so wie A Fig. 255.
der des Monds im Anfange und am Ende der Fin-
. In dem gleichschenkligen Dreiecke ASB ist AS = BS
μ, und wenn man SL = R auf AB senkrecht zieht,
n L den Mittelpunct des Monds zur Zeit der Mitte
sternifs bezeichnet, so hat man, da $\sqrt{f^2 + g^2}$ die stünd-
Bewegung des Monds in seiner relativen Bahn AB ist,

$$AB = \Theta . \sqrt{f^2 + g^2},$$

ch

$$R^2 = (m + \mu)^2 - \tfrac{1}{4} \Theta^2 . (f^2 + g^2) .$$

man aber so die Gröfse R, so ist

$$CD = SL - CL - SD$$

$$CD = R - (m - CD) - (\mu - CD),$$

ist,

$$CD = m + \mu - R \; .... \quad (G)$$

ieser Werth von CD bezeichnet die gröfste Phase der
nifs, so dafs demnach die gesuchte Gröfse der Finster-
leich

$$(m + \mu - R) \frac{6}{m} \text{ Zoll}$$

, wenn der Halbmesser der Sonne in sechs Zoll ge-
wird. Bei diesen Berechnungen kann die Bestimmung
heinbaren Orte der beiden Gestirne, die eigentlich den
sten Theil der Auflösung bildet, beträchtlich abgekürzt
, wenn man bedenkt, dafs hier der Natur der Aufgabe
icht die gröfste Schärfe erforderlich ist. Man wird also
quemsten auf folgende Weise verfahren. Man suche für
t T der Conjunction die *wahre*, *geocentrische* Recta-
n a und Poldistanz p des Monds, so wie dieselben
d.

Gröfsen α und π für die Sonne. Ist dann x die Ho[rizon]talparallaxe des Monds, so hat man, wenn man die kleine Parallaxe der Sonne hier ganz vernachlässigt, f[ür die] Differenz der *scheinbaren* Rectascensionen und Poldi[stanzen] beider Gestirne die Ausdrücke[1]

$$A = (a - \alpha)\,\text{Sin.}\,\pi - x\,\text{Cos.}\,\varphi\,\text{Sin.}\,s\,,$$

$$D = (\pi - p) - x\,\text{Sin.}\,\pi\,\frac{\text{Sin.}\,(\varphi - \omega)}{\text{Cos.}\,\omega}\,,$$

wo s den Stundenwinkel der Sonne und φ die geogra[phische] Breite des Beobachters bezeichnet und wo die Hülfsgr[öfse ω] durch die Gleichung

$$\text{Tang.}\,\omega = \text{Cotg.}\,\pi\;\text{Cos.}\,s$$

bestimmt wird. Nennt man dieselben beiden Gröfsen f[ür eine] Stunde früher oder später A' und D' und setzt wieder

$$f = A' - A \text{ und } g = D' - D,$$

so hat man, wie zuvor, die Gleichung

$$(m \pm \mu)^2 = (A + ft)^2 + (D + gt)^2 \;\ldots\; (H),$$

aus welcher man die doppelten Werthe von t findet, w[o] T + t die gesuchte Zeit des Anfangs oder des Endes d[er Fin]sternifs bezeichnet.

IV. Bestimmung des Weges des Monds[chat]tens auf der Oberfläche der Erde.

Bei einer Sonnenfinsternifs wird die Oberfläche de[r Erde] von der Spitze des Schattenkegels getroffen, den der [Mond] hinter sich wirft. Da der Mond seinen Ort am Himmel [jeden] Augenblick ändert und da auch die Erde sich sowohl [um] die Sonne, als auch zugleich um ihre eigene Axe beweg[t, so] scheint es keine leichte Aufgabe zu seyn, für jeden Au[gen]blick während der Dauer einer Sonnenfinsternifs alle di[e]gen Orte auf der Oberfläche der kugelförmigen Erde a[nzuge]ben, die von dem Mittelpuncte sowohl, als auch von [jedem] andern Puncte des kreisförmigen Schattenschnitts jenes [Kegels] mit der Erde getroffen werden, und dadurch gleichsa[m den] ganzen Verlauf der Erscheinungen der Finsternifs für di[e]

1 S. Art. *Parallaxe* a. a. O.

Oberfläche der Erde oder den ganzen Weg dieses ...s auf der Erde zu bestimmen. Die folgende Darstel... ...chte wohl die einfachste seyn, die man zur Auflösung ...roblems geben kann. Man denke sich durch den Mit- Fig. 256. ...L des Monds eine ebene Tafel LBEA senkrecht auf ...ade gestellt, welche die Mittelpuncte der Sonne und ...r verbindet. Diese Gerade treffe die Tafel in dem C. Man ziehe CA parallel mit dem Aequator und LF ...senkrecht. Nennen wir CF = y und FL = z die zwei ...hten Coordinaten, welche den Ort des Monds gegen ...unct C, d. h. gegen die Projection der Erde in jener ...estimmen, so hat man sofort, wenn man die vorher... ...n Bezeichnungen beibehält,

$$y = (a - \alpha) \text{ Sin. } \pi \text{ und}$$
$$z = \pi - p.$$

...wir nun den Ort auf der Oberfläche der Erde, der zu ...gebenen Zeit eine gegebene Distanz $\varDelta$ der Mittelpuncte ...ne und des Monds als *gröfste* Phase sieht. Da die ...Phase einer Finsternifs für jeden Ort der Erde dann statt ...wenn die an diesem Orte gesehene Distanz der beiden ...e die kleinste ist, so mufs, wenn B die Projection des ...ters an diesem Orte in jener Tafel ist, der Punct B ...e in der geraden Linie liegen, die durch den Mond L ...d auf der scheinbaren Bahn LA desselben senkrecht steht. ...o BL senkrecht auf LA, so ist, wenn n die Neigung ...tiven Mondbahn gegen den Aequator bezeichnet,

$$EAL = BaL = BLF = n,$$

...wenn daher $BL = \varDelta$ jene beobachtete Distanz bezeich... ... ist

$$Bf = EF = \varDelta \text{ Sin. } n$$

$$Lf = \varDelta \text{ Cos. } n$$

...her auch

$$\left. \begin{array}{l} CE = CF + EF = y + \varDelta \text{ Sin. } n \\ BE = FL - Lf = z - \varDelta \text{ Cos. } n \end{array} \right\} .$$

...ese Weise kann man also die zwei Coordinaten CE ...B, welche den Ort der Projection B des Beobachters ...die Projection C des Mittelpuncts der Erde bestimmen,

für jeden Augenblick während der ganzen Dauer der F
nifs auf eine sehr einfache Weise durch Rechnung best
so dafs also diese Gröfsen CE und EB als bekannte o
gegebene Gröfsen unsers Problems zu betrachten sind.

Allein es giebt noch andere Ausdrücke für dieselbe
fsen, die man erhält, wenn man bedenkt, dafs CE u
nichts Anderes, als die Parallaxen der Rectascension u
clination des Monds für denselben Ort B der Erdob
bezeichnen. Nennt man aber x und ξ die Horizontalp
des Monds und der Sonne, und bezeichnet s den St
winkel der Sonne und φ die geographische Breite des
achters, so hat man[1]

$$\left.\begin{array}{l} \text{CE} = (x - \xi)\ \text{Cos.}\,\varphi\ \text{Sin.}\,s \\ \text{BE} = (x - \xi)\ (\text{Sin.}\,\varphi\ \text{Sin.}\,\pi - \text{Cos.}\,\varphi\ \text{Cos.}\,\pi\ \text{Cos.}\,s) \end{array}\right\},$$

wo wieder $90^0 - \pi$ die Declination der Sonne be
Setzt man aber die beiden Werthe dieser Gröfsen C
BE einander gleich und nimmt man, der Kürze weg

$$Y = \frac{y + \Delta\ \text{Sin.}\,n}{x - \xi} \text{ und } Z = \frac{z - \Delta\,\text{Cos.}\,n}{x - \xi},$$

so hat man

$$\left.\begin{array}{l} \text{Cos.}\,\varphi\ \text{Sin.}\,s = Y \\ \text{Sin.}\,\varphi\,\text{Sin.}\,\pi - \text{Cos.}\,\varphi\,\text{Cos.}\,\pi\,\text{Cos.}\,s = Z \end{array}\right\},$$

und da diese zwei Gleichungen nur die zwei unbek
Gröfsen φ und s enthalten, so wird man sie aus ihne
stimmen können. Eliminirt man nämlich zuerst aus ihne
Gröfse s, so erhält man

$$\text{Sin.}\,\varphi = Z\,\text{Sin.}\,\pi + \text{Cos.}\,\pi\,.\,\sqrt{1 - Y^2 - Z^2}\ \ .\ .\ .\ \ (I)$$

und wenn man so φ kennt, so ist auch s durch die
chung

$$\text{Sin.}\,s = \frac{Y}{\text{Cos.}\,\varphi}\ \ .\ .\ .\ \ (K)$$

gegeben. Diese zwei Gleichungen (I) und (K) lösen ab
sere Aufgabe in allen ihren Theilen vollständig auf.
Gleichung (I) giebt die Polhöhe φ oder die *geographische* B
des Orts, der zu einer gegebenen (z. B. Pariser) Zeit di

---

1 Vergl. Art. *Parallaxe* a. a. O.

... $\varDelta$ beider Gestirne als gröfste Phase sieht. Die zweite ...ung (K) aber giebt den Stundenwinkel der Sonne, d. h. ... *wahre Ortszeit*, die, mit der gegebenen Pariser Zeit ver..., auch sofort die *geographische Länge* des gesuchten ... auf der Oberfläche der Erde giebt. Setzt man in diesen ... Gleichungen

$$\varDelta = m + \mu - \frac{\omega \mu}{6},$$

... man alle die Orte der Erde, die zu einer gegebenen ... Zeit eine Verfinsterung der Sonne von ω Zollen sehn. ... Weise giebt $\omega = 0$ alle Orte, die blofs eine äufsere ...ung der Ränder sehn, und man erhält so die zwei ... Linien auf der Oberfläche der Erde (zwei Linien, ... Sin. φ sowohl, als auch Sin. s ebenfalls zu einem zwei... Werthe von φ und s gehören), deren Bewohner blofs ...fang oder blofs das Ende der Finsternifs sehn. Eben... $\omega = 6$ oder $\varDelta = m$ alle Orte der Erde, welche die ... zur Zeit ihrer gröfsten Verfinsterung genau halb ver... sehn; $\omega = 12$ oder $\varDelta = m - \mu$ giebt alle Orte, die ...rührung der inneren Ränder sehn; $\omega = \frac{6}{\mu}(m + \mu)$ oder ... giebt die Orte, welche eine centrale Finsternifs sehn, ... die Orte, über welche die Axe des Schattenkegels ...nds hinzieht, u. s. w.

Gebrauch der beobachteten Finsternisse ... geographischen Längenbestimmungen.

Da die Mondfinsternisse in wirklichen Beraubungen des ...lichts durch den Schatten der Erde bestehn, so wird ... Anfang und das Ende und überhaupt jede Phase dieser ...nisse an allen Orten der Erde, die nur überhaupt den ... selbst sehn können, in einem und demselben Augen... gesehn. Wenn man also eine solche Finsternifs an meh... Orten beobachtet hat, so darf man nur die *Ortszeiten* ... Beobachtungen von einander subtrahiren, um sofort auch ... Differenzen der geographischen Längen dieser Orte zu er... Hat man z. B. den Anfang einer Mondfinsternifs zu ... um $7^h\ 30'\ 40''$ Pariser Zeit und zu Wien um $8^h\ 26'\ 50''$ ...er Zeit beobachtet, so folgt daraus, dafs Wien um

$0^h\ 56'\ 10''$ östlicher liegt, als Paris. Es ist gleichviel, ob Zeiten mittlere oder wahre Sonnenzeiten oder auch Stern sind, wenn nur für beide Orte dieselbe Zeitart gebraucht Die Mondfinsternisse scheinen demnach ein sehr be Mittel zu Längenbestimmungen zu geben. Allein dies tel gewährt keine Genauigkeit, da der Schatten der E dem Monde nur sehr unvollkommen begrenzt erscheint, so d den Anfang und das Ende dieser Finsternisse nie mit anzugeben im Stande ist. Etwas genauer sind die B tungen der Ein- und Austritte der Flecken des Monds aus der Schattengrenze. Besser noch sind die Beobac der Verfinsterungen der Jupitersmonde, wenn sie in den ten ihres Hauptplaneten treten. Aber auch sie gewähr nicht die gewünschte Uebereinstimmung, selbst wenn beiden dem Jupiter nächsten (als die zu diesem Zweck lichsten) und wenn man von ihnen nahe ebenso vi als Austritte wählt. Es soll dabei Rücksicht darauf ge werden, dafs die Fernröhre, die man an beiden Orten g nahe gleiche Stärke haben, dafs die Durchsichtigkeit nicht zu verschieden ist, dafs man die der Opposition hen Finsternisse als ungewifs gänzlich ausschliefst u. s. genauer kann man die Sonnenfinsternisse und die Bed der Fixsterne durch den Mond beobachten, da hierbei etwas geübter Beobachter wohl selten um eine ganze Zeit fehlen kann, daher auch diese vorzugsweise zu geograp Längenbestimmungen angewendet werden. Allein da Finsternisse nicht mehr, wie jene, in wirklichen Beraub sondern nur in Verstellungen des Lichtes bestehn, od andern Worten, da solche Finsternisse, der Parallaxe w nicht von allen Orten der Erde in demselben Augenbli sehn werden, so kann auch die auf sie gegründete Bere der geographischen Länge nicht mehr so einfach seyn, den Finsternissen des Monds oder der Jupiterssatelliten.

Aus den Tafeln oder aus genauen Ephemeriden suc für zwei Pariser Zeiten, die nahe die ganze Zeit der ü Finsternifs gesammelten Beobachtungen umfassen, die oder geocentrische Länge und Poldistanz, den Halbmess die Horizontalparallaxe beider Gestirne und daraus (na Formeln des Art. *Parallaxe*) auch die *scheinbare* (od der Parallaxe afficirte) Länge und Poldistanz, so wi

inbaren Halbmesser beider Gestirne, und daraus endlich iden Grösen f und g durch folgende Ausdrücke

$$f = \frac{\text{stündl. Aenderung } ☾ - \text{stündl. Aenderung } ⊙}{3600}$$

inbarer Länge und

$$g = \frac{\text{stündl. Aenderung } ☾ - \text{stündl. Aenderung } ⊙}{3600}$$

inbarer Poldistanz. Dieses vorausgesetzt sey T die ge- Ortszeit des beobachteten Anfangs oder Endes der Son- terniſs oder der Sternbedeckung und t die (wenigstens t bekannte) östliche Länge dieses Ortes von Paris ir westliche Längen t negativ genommen wird). Für Zeit T — t suche man nun aus dem Vorhergehenden eine einfache Proportion

scheinbare Länge des Monds	a	und der Sonne	α
scheinb. Poldistanz -	- p	- - - -	π
scheinb. Halbmesser -	- m	- - - -	μ

ho für Sternbedeckungen vom Monde μ gleich 0 ist.

Ist nun die oben genähert angenommene Zeit t richtig ommen worden und ist auch in den Gröſsen a, p, α, π... Fehler (der Planetentafeln) enthalten, so muſs die Glei- g statt haben

$$(m \pm \mu)^2 = (a - \alpha)^2 \text{Sin.}^2 P + (p - \pi)^2,$$

$$P = \frac{p + \pi}{2} \text{ ist.}$$

Allein diese Voraussetzung wird nur sehr selten oder gar tatt haben, da die Gröſse t (die gesuchte Längendifferenz beiden Beobachtungsorte) etwa nur aus einer fehlerhaften charte oder vielleicht gar nur nach einer Schätzung ge- sen werden muſste, und da auch die Sonnen- und Mond- bekanntlich noch manchen Fehlern ausgesetzt sind, die alls ihren Einfluſs auf die letzte Gleichung ausüben wer- Vorzüglich gilt dieses von den Gröſsen a, p, m des ls, dessen Tafeln überhaupt noch Manches zu wünschen lassen. Nehmen wir also an, daſs diese Gröſsen a, p, r vorzüglich die Gröſse t noch fehlerhaft sind und daſs die

wahren Werthe derselben nach der Ordnung $a+\partial a$, p $m+\partial m$ und $t+\partial t$ seyn sollen, wo also ∂a, ∂p, ∂m ∂t unbekannte Gröfsen sind, die wir nun bestimmen w Nach dieser Voraussetzung wird also die vorhergehende chung in folgende übergehn

$$(m+\partial m\pm\mu)^2=(a+\partial a-\alpha-f\partial t)^2\,\mathrm{Sin.}^2P+(p+\partial p-\pi-$$

oder, wenn man, da doch die Gröfsen ∂a, $\partial t\ldots$ nur klei können, die zweiten Potenzen derselben wegläfst,

$$\begin{aligned}(m\pm\mu)^2+2(m\pm\mu)\partial m=(p-\pi)^2&+2(p-\pi)(\partial p-g\partial t)\\&+2(a-\alpha)(\partial a-f\partial t)\\&+(a-\alpha)^2\,\mathrm{Sin.}^2P.\end{aligned}$$

Setzt man, um diesem Ausdrucke eine bequemere Gest geben,

$$\mathrm{Tang.}\,\omega=\frac{p-\pi}{(a-\alpha)\,\mathrm{Sin.}\,P}\ \text{und}\ \Delta=\frac{(a-\alpha)\,\mathrm{Sin.}\,P}{\mathrm{Cos.}\,\omega},$$

also auch

$$\mathrm{Sin.}\,\omega=\frac{p-\pi}{\Delta}\ \text{und}\ \Delta^2=(p-\pi)^2+(a-\alpha)^2\,\mathrm{Sin.}^2$$

so geht die obige Gleichung in folgende über

$$(f\,\mathrm{Sin.}\,P\,\mathrm{Cos.}\,\omega+g\,\mathrm{Sin.}\,\omega)\partial t-\partial a\,\mathrm{Sin.}\,P\,\mathrm{Cos.}\,\omega-\partial p\,\mathrm{Sin.}\,\omega+(m$$

$$=\frac{\Delta^2-(m\pm\mu)^2}{2\Delta}\ \ldots\ldots\ (L)$$

und dieses ist die Bedingungsgleichung, die für jeden oder Austritt an jedem Beobachtungsorte entwickelt muss. Hat man an demselben Orte die beiden innern u beiden äufsern Berührungen beobachtet, so hat man vie chungen von der Form

$$A\partial t+B\partial a+C\partial p+D\partial m=E\ \ldots\ (1),$$

aus welchen man daher die vier unbekannten Gröfsen ∂ ∂p und ∂m finden wird.

Hat man an einem Orte nur zwei Beobachtungen, hält man auch nur zwei solcher Bedingungsgleichunger ren Differenz einen Ausdruck von der Form

$$A\partial a+B\partial p+C\partial m=D$$

geben wird. Ebenso geben zwei Beobachtungen an zw dern Orten die analogen Gleichungen

$$A'\partial a + B'\partial p + C'\partial m = D'$$

$$A''\partial a + B''\partial p + C''\partial m = D''$$

aus den drei letzten Gleichungen findet man die Werthe ∂a, ∂p und ∂m. Kennt man aber diese vier Gröfsen, giebt jede der Gleichungen (1) den Werth von ∂t für ihren Beobachtungsort, d. h. die geographische Länge dieses Ortes.

Man sieht, dafs man durch diese Methode nicht nur die geographische Länge des Beobachtungsorts, sondern auch die Fehler der Mondtafeln bestimmt. Beide Zwecke aber sind dem Astronomen und Geographen von hoher Wichtigkeit. Könnte oder müfste man sich auf die Fehlerlosigkeit der Mondtafeln verlassen, so würde aus jeder einzelnen Beobachtung die geographische Länge des Beobachtungsortes durch die Gleichung

$$\partial t = \frac{\Delta^2 - (m \pm \mu)^2}{2\Delta\,(f\,\mathrm{Sin.}\,P\,\mathrm{Cos.}\,\omega + g\,\mathrm{Sin.}\,\omega)}$$

bestimmbar seyn, wo man hat

$$\mathrm{Tang.}\,\omega = \frac{p - \pi}{(a - \alpha)\,\mathrm{Sin.}\,P}.$$

Derselbe Gegenstand läfst sich noch auf die folgende allgemeinere Weise darstellen, die LAGRANGE zuerst gegeben und welche später ENCKE bei seinen Berechnungen der Venusdurchgänge der Jahre 1761 und 1769 benutzt hat[1]. Sey A die wahre, geocentrische Rectascension des Monds weniger die der Sonne für irgend eine gegebene Pariser Zeit T, D die wahre Poldistanz des Monds weniger die der Sonne, m die Summe der Halbmesser des Monds und der Sonne, $q = x - \xi$ die Differenz der Horizontalparallaxe beider Gestirne und

$$B = \frac{\mathrm{Cos.}\,\varphi\ \mathrm{Sin.}\,s}{\mathrm{Sin.}\,\pi},$$

$$C = \mathrm{Cos.}\,\varphi\ \mathrm{Cos.}\,\pi\ \mathrm{Cos.}\,s - \mathrm{Sin.}\,\varphi\ \mathrm{Sin.}\,\pi,$$

wo π, φ und s die vorige Bedeutung haben. Soll dann für den Ort eine andere Zeit T + t die Distanz der Mittelpuncte beider Gestirne gleich der Summe ihrer Halbmesser seyn, so hat man die Gleichung

---

1 S. Art. *Venus.*

$(A+Bq-ft)^2 \operatorname{Sin.}^2 P + (D+Cq-gt)^2 = (m \pm \mu)^2 \ldots$ (

wo wieder f und g die relativen Bewegungen in Rectasce und Poldistanz während einer Zeitsecunde sind, so dafs auch t in Zeitsecunden ausgedrückt werden soll. Wollte hier noch auf die Correctionen der Elemente der Mond-Sonnentafeln Rücksicht nehmen, so würde man

statt A setzen $A+\partial A$,
D — $D+\partial D$,
m — $m+\partial m$,
μ — $\mu+\partial\mu$ u.s.w., wie zuv

Ohne uns aber hier bei diesen Correctionen länger aufz ten, wollen wir die Gleichung (M) auflösen und dab zweiten Potenzen von t und q weglassen, wodurch man hält

$A^2 \operatorname{Sin.}^2 P + D^2 + 2A(Bq-ft)\operatorname{Sin.}^2 P + 2D(Cq-gt) = (m\pm$

Soll nun z. B. t die Zeit bedeuten, die zwischen der g benen Zeit einer Beobachtung und zwischen der geoce schen Conjunction in Rectascension verfliefst, so hat $A=0$, also auch

$$D^2 + 2D(Cq-gt) = (m\pm\mu)^2$$

oder

$$t = \frac{2CDq + D^2 - (m\pm\mu)^2}{2gD} \ldots \text{(N)}$$

Demnach wird jede einzelne Beobachtung des Ein- oder A tritts, an welchem Orte der Erde sie auch angestellt ist, m telst der Gleichung (N) dieselbe mittlere Pariser Zeit der g centrischen Conjunction geben müssen, wenn diese Beob tungen gut und die Elemente der Tafeln richtig sind. All die so erhaltenen Werthe von t werden oft sehr grofs se Bei Venusdurchgängen kann t bis drei Stunden oder 10 Secunden betragen und dann würde man das Quadrat die Gröfse nicht mehr wohl vernachlässigen können. Nehmen also für t die Differenz, welche zwischen der gegebenen der Beobachtung und der Zeit der geocentrischen Beobacht derselben Erscheinung statt haben würde, z. B. zwischen dem die Oberfläche und dem für den Mittelpunct der Erde statt hab den Anfange der Finsternifs. Für diesen Augenblick hat m

$$A^2 \operatorname{Sin.}^2 P + D^2 = (m\pm\mu)^2,$$

also giebt die obige Gleichung

$$A(Bq-ft)\,\mathrm{Sin.}^2P+D(Cq-gt)=0,$$

wenn man

$$\mathrm{Tang.}\,\omega=\frac{D}{A\,\mathrm{Sin.}\,P}$$

$$t=\frac{(B\,\mathrm{Sin.}\,P+C\,\mathrm{Tang.}\,\omega).q}{f\,\mathrm{Sin.}\,P+g\,\mathrm{Tang.}\,\omega}\;\ldots\;(O)$$

letzte einfache Gleichung hat Carl von Littrow in Schrift über Hell's Beobachtung des Venusdurchgangs Jahre 1769 aufgestellt, um dadurch die Beobachtungen, sie, wie jene, an verschiedenen Orten angestellt wur- vorläufig zu prüfen, ob sie auch eine genauere Berech- verdienen. Nehmen wir hier als Beispiel die Beobach- der innern Berührungen der Venus bei ihrem Eintritte Sonne am 3. Juni 1769 an drei Orten.

	Innerer Eintritt	Länge von Paris	Breite
...rnien	$0^h\,15'\,11'',3$	$7^h\,28'\,4''$ West	$23^0\,3'\,13''$ N
...sonsbai	1 13 10,2	6 26 14 West	58 47 32 N
...dhus	9 31 54,5	1 55 3,3 Ost	70 22 36 N

den neuesten Tafeln der Venus und der Sonne hat man

Mittl. Zeit Paris 1769

Juni 3	A	D
$7^h\,30'$	$0^0\,9'\,53'',3$	$0^0\,13'\,4'',4$
7 50	0 8 29,8	0 12 43,0.

Weiter ist

$$\mathrm{Log.\,Sin.}\,P=0{,}96550$$
$$\mathrm{Log.}\,f=8{,}84249\,n$$
$$\mathrm{Log.}\,g=8{,}25250\,n$$
$$q=x-\xi=21'',23$$

damit erhält man für die Beobachtung in

	Californien	Hudsonsbai	Wardhus
Log. B =	8,85885 n	9,25529 n	9,33868 n
Log. C =	7,62390 n	9,77480 n	9,98675 n

wo das Zeichen n am Ende eines Logarithmus andeutet, dafs die Zahl, die zu diesem Logarithmus gehört, negativ ist. Mit diesen Werthen erhält man für

Californien	Hudsonsbai	Wardhus
A = 538″,0	554,07	564,71
D = 770,2	774,35	777,08
Log. Tang. ω = 0,19032	0,17988	0,17315
t = 16″,9	0^h 4′ 8″,07	0^h 6′ 24″,47
7^h 43′ 15,3	7 39 24,2	7 36 51,2
7 43 32,2	7 43 32,27	7 43 15,67

Die drei letzten dieser Zahlen sind die mittleren Par... Zeiten des geocentrischen inneren Eintritts der Venus in ... Sonnenscheibe, und man sieht, dafs die beiden ersten s... wohl unter einander stimmen, während die letzte sich v... jenen beiden um 16,5 Secunden entfernt, so dafs also die B... obachtung in Wardhus nahe um dieselbe Gröfse zu früh g... macht worden zu seyn scheint.

VI. Bestimmung des Schattens gegebener Gegenstände.

Da bei den Finsternissen der Schatten, den ein von d... Sonne beleuchteter Körper auf einen andern wirft, von d... gröfsten Wichtigkeit ist, so wird es nicht unangemessen sey... hier gleichsam zur Ergänzung des frühern Artikels *Schatten* das Vorzüglichste über die Bestimmung der Gestalt desselben nachzutragen.

Man suche also die Gestalt und Lage des Schattens und d... Halbschattens eines von einem leuchtenden Körper beschienenen Körpers, wenn die Lage und Gestalt dieser beiden Kör... per gegeben sind. Die Oberfläche des vollen sowohl, als au... des sogenannten Halbschattens entsteht durch die auf einand... folgenden Schnitte einer Ebene mit sich selbst, wenn si... diese Ebene so um beide Körper dreht, dafs sie in jede... Augenblicke zu beiden Körpern eine *tangirende Ebene* is... Für den vollen Schatten berührt nämlich diese Ebene bei... Körper auf derselben Seite, für den Halbschatten aber a... verschiedenen Seiten. Seyen X, Y und Z die rechtwinkl... gen Coordinaten des leuchtenden, X′, Y′ und Z′ die d... dunklen Körpers und endlich x, y und z die der beide Kö... per berührenden Ebene. Der Anfang dieser drei Systeme v...

unter sich parallelen Coordinaten soll für alle derselbe seyn. Es sey ferner

$$\partial Z = p\,\partial X + q\,\partial Y$$

die Gleichung der Oberfläche des leuchtenden und

$$\partial Z' = p'\,\partial X' + q'\,\partial Y'$$

die des dunklen Körpers. Sind also X, Y und Z die Coordinaten irgend eines Punctes des leuchtenden Körpers, so ist bekanntlich die Gleichung der ihn in diesem Puncte berührenden Ebene

$$z - Z = p(x - X) + q(y - Y) \ldots \quad (A)$$

und ebenso ist auch die Gleichung der den dunklen Körper in dem Puncte X', Y', Z' berührenden Ebene

$$z - Z' = p'(x - X') + q'(y - Y') \ldots \quad (A').$$

Da nun der aufgestellten Bedingung zufolge beide Ebenen nur eine einzige ausmachen sollen, so hat man die Bedingungsgleichungen

$$\left.\begin{array}{r} p = p' \\ q = q' \\ Z - Z' = p(X - X') + q(Y - Y') \end{array}\right\} \ldots \quad (B)$$

Bemerken wir zuvörderst, daſs die Gröſsen p, q und Z, Functionen von X und Y und ebenso die Gröſsen p', q' und Z' Functionen von X' und Y' seyn müssen. Wenn man aber mit Hülfe der drei letzten Gleichungen (B) aus den Gleichungen (A) drei von den vier Gröſsen X, Y, X', Y', z. B. die Gröſsen X', Y' und Y eliminirt, so erhält man eine Gleichung zwischen X und x, y, z von der Form

$$z = Ax + By + C \ldots \quad (C)$$

wo A, B und C Functionen von X und von beständigen Gröſsen sind. Diese letzte Gleichung (C) ist aber die Gleichung der Ebene, welche beide Körper berührt, und deren Lage wird offenbar verschieden seyn, je nachdem man der Gröſse X verschiedene Werthe giebt. Setzt man also diese Gröſsen A, B, C durch die vorhergehenden Operationen als gefunden voraus und neigt man dann die Ebene der Gleichung (C) unendlich wenig gegen ihre vorige Lage, so wird die Gleichung dieser geneigten Ebene seyn

$$z = \left[A + \frac{\partial A}{\partial X}\right]x + \left[B + \frac{\partial B}{\partial X}\right]y + \left[C + \frac{\partial C}{\partial X}\right].$$

Zieht man davon die Gleichung (C) ab, so erhält man

$$0 = x\left(\frac{\partial A}{\partial X}\right) + y\left(\frac{\partial B}{\partial X}\right) + \left(\frac{\partial C}{\partial X}\right) \quad \ldots \quad (D)$$

und wenn man dann aus den beiden Gleichungen (C) (D) die Gröfse X eliminirt, so erhält man die gesuchte Gl chung des Schattens und des Halbschattens zwischen den änderlichen Coordinaten x, y, z. Die Gleichung (C) nämlich die beide Körper berührende Ebene vor, und sowohl diejenige, welche die Körper auf derselben, als auch nige, welche sie auf entgegengesetzten Seiten berührt, je nach man die positiven und negativen Werthe von Z und Z' schieden unter einander vergleicht. Setzt man endlich in erwähnten Endgleichung zwischen x, y, z statt z die Gr Z', so erhält man eine Gleichung zwischen x und y für Projection der Linie der Berührung mit dem dunklen Kör Dadurch kennt man also, da diese Endgleichung für b Schattenarten gilt, auf dem dunklen Körper die Grenze Oberfläche des letzten, die ganz im Schatten liegt, so auch die Grenze derjenigen Oberfläche des dunklen Kör die nur von einem Theile des leuchtenden Körpers besc nen wird, oder man kennt auf diese Weise die Zone z schen den beiden Schatten, dem Kern- und dem Halbsch ten, auf der Oberfläche des dunklen Körpers. Setzt m ebenso für z die Gröfse Z, so erhält man auch die Projecti nen der Berührungslinien des Kern- und des Halbschatt auf dem leuchtenden Körper. Noch einfacher kann man d Projectionen der beiden Berührungslinien auf den zwei Körpe mit Hülfe der drei Gleichungen (B) finden. Eliminirt man näml aus ihnen die Gröfsen X' und Y', so erhält man die Gleichung d Berührungslinie auf dem leuchtenden Körper zwischen X und Y und eliminirt man aus ihnen die Gröfsen X und Y, so erhält man d Gleichung der Berührungslinien auf dem dunklen Körper zw schen X' und Y'. Hat man aber auf diese Weise die Gl chung des vollen und des halben Schattens in x, y, z g funden, und hat man ferner auch in denselben Coordinat x, y, z die Gleichung irgend einer andern, dritten Fläche g geben, auf welche jener Schatten fallen soll, so darf man n aus diesen zwei Gleichungen z. B. die Gröfse z eliminir um sofort auch die Gleichung in x, y für die Projection d

...ve, in welcher jener Schatten die dritte Fläche schneidet, der coordinirten Ebene der x, y zu erhalten[1].

Um diese ganz allgemeinen Betrachtungen auf ein spe... Beispiel anzuwenden, wollen wir beide Körper, den ...nden sowohl, als auch den dunklen, kugelförmig an... Der Anfang der Coordinaten soll in dem Mittel... der leuchtenden Kugel liegen, deren Halbmesser a, so ... der der dunklen Kugel seyn soll. Die Distanz dieser Mittelpuncte, die beide in der Axe der x liegen, wollen wir durch c bezeichnen. Hiernach sind die Gleichungen ... beiden Körper

$$\left.\begin{array}{l} Z^2 = a^2 - X^2 - Y^2 \\ Z'^2 = b^2 - (X'-c)^2 - Y'^2 \end{array}\right\} \ldots \quad (1)$$

... also

$$p = -\frac{X}{m}, \quad q = -\frac{Y}{m},$$

$$p' = -\frac{(X'-c)}{m'}, \quad q' = -\frac{Y'}{m'},$$

...$= a^2 - X^2 - Y^2$ und $m'^2 = b^2 - (X'-c)^2 - Y'^2$ ist.

Dieses vorausgesetzt gehn also die Gleichungen (A) und ... in folgende über

$$z = \frac{-X(x-X) - Y(y-Y)}{m} + m \ldots \quad (A)$$

$$\left.\begin{array}{l} m'X - m(X'-c) = 0 \\ m'Y - mY' = 0 \\ m - m' + \dfrac{X(X-X') + Y(Y-Y')}{m} = 0 \end{array}\right\} \ldots \quad (B)$$

...inirt man aus den drei letzten Gleichungen die Gröfse Y' ... erhält man

$$X = \frac{a}{c}(a \mp b)$$

und ebenso

$$X' = c - \frac{b}{a}(b \mp a),$$

1 Vergl. Mém. présent. à l'Acad. de Paris. T. IX. p. 407.

woraus sofort folgt, dafs die vier Berührungslinien auf Ebene der x, y senkrecht stehn und vom Anfangspuncte Coordinaten um die angezeigten Werthe von X und X' fernt sind.

Substituirt man den so gefundenen Werth von X in Gleichung (A), so erhält man

$$z = \frac{a^2 c - ax(a \mp b) - cy . Y}{\sqrt{a^2 c^2 - a^2 (a \mp b)^2 - c^2 Y^2}} \ldots (C)$$

Differentiirt man die letzte Gleichung blofs in Beziehung Y und setzt dann ihr Differential gleich 0, so erhält man

$$Y = \frac{ay}{c}\left(\frac{ac - x(a \mp}{y^2 + z^2}\right) \ldots (D)$$

und wenn man endlich diesen Werth von Y in der Gleichung (C) substituirt, so erhält man

$$(y^2 + z^2) . (c^2 - (a \mp b)^2) = (ac - x(a \mp b))^2 \ldots (E)$$

und diese Gleichung (E) ist die gesuchte Gleichung der O fläche des vollen sowohl, als auch des halben Schattens, welchen letzteren nämlich das untere Zeichen gehört. D Oberfläche bildet also einen *Kegel.* Setzt man in ihr y = z so hat man

$$x = \frac{ac}{a \mp b}$$

für die Entfernung des Scheitels dieses Kegels von dem telpuncte der leuchtenden Kugel, also auch

$$x - c = \frac{\pm bc}{a \mp b}$$

für die Entfernung des Scheitels von dem Mittelpuncte dunklen Kugel. Ist ferner x = c + r, so ist die Gl chung (E)

$$\sqrt{y^2 + z^2} = \frac{\pm b(c + r) - ar}{\sqrt{c^2 - (a \mp b)^2}}$$

für den Halbmesser des kreisförmigen Schnitts des vollen und halben Schattens, der von einer Ebene entsteht, die senkrecht auf x, y steht und deren Entfernung von dem dunklen Kör per gleich r ist. Substituirt man endlich die Werthe

$$X = \frac{a}{c}(a \mp b)$$

$$c - X' = \frac{b}{c}(b \mp a)$$

n obigen Gleichungen (1), so erhält man

$$Y^2 + Z^2 = a^2 - \frac{a^2}{c^2}(a \mp b)^2$$

$$Y'^2 + Z'^2 = b^2 - \frac{b^2}{c^2}(b \mp a)^2,$$

iese Gleichungen gehören für die Projectionen der vier
- und Schattengrenzen auf der Ebene der y, z. Diese
ionen sind also ebenfalls Kreise, deren Halbmesser

$$\sqrt{a^2 - \frac{a^2}{c^2}(a \mp b)^2} \text{ und } \sqrt{b^2 - \frac{b^2}{c^2}(b \mp a)^2}$$

Uebrigens lassen sich alle diese Ausdrücke, wenn man
Probleme zwei Kugeln zum Grunde legt, auch schon auf
ehr einfache Weise mittelst der Tangente zweier ihrer
e und Lage nach gegebenen Kreise finden. Sind nämlich
= a und AM = b die Halbmesser der beiden Kreise Fig.
A' = c die Distanz ihrer Mittelpuncte, und nennt man 257.
'T die Entfernung des Punctes T, wo die beide Kreise
ende Linie M'M die verlängerte Gerade AA' schneidet,
man, wenn der Winkel ATM = α ist,

$$\text{Tang.}\,\alpha = \frac{a}{M'T} \text{ und } M'T = \sqrt{x^2 - a^2},$$

uch

$$\sqrt{x^2 - a^2} = \frac{a}{\text{Tang.}\,\alpha}$$

ebenso

$$\sqrt{(x - c)^2 - b^2} = \frac{b}{\text{Tang.}\,\alpha}.$$

eint man aus diesen beiden Gleichungen die Gröfse
. α, so erhält man

$$x - c = \pm \frac{bx}{a},$$

las untere Zeichen offenbar für den Fall gehört, wenn T

zwischen A und A′ liegt, wo dann b seiner Lage nach tiv wird. Die letzte Gleichung giebt

$$x = A'T = \frac{ac}{a \mp b}$$

und daher auch

$$x - c = AT = \pm \frac{bc}{a \mp b}$$

und dieses sind die beiden Distanzen des Scheitels T Schattens von dem Mittelpuncte der beiden Kugeln.

Ferner ist

$$A'Ma' = AMa = \alpha$$

und

$$\frac{a \mp b}{c} = \text{Sin.}\,\alpha.$$

Es ist aber auch

$$\frac{A'a'}{a} = \text{Sin.}\,\alpha$$

und daher

$$A'a' = \frac{a}{c}(a \mp b),$$

so wie

$$\frac{Aa}{\pm b} = \text{Sin.}\,\alpha \text{ oder } Aa = \pm \frac{b}{c}(a \mp b),$$

also auch

$$A'a = c + Aa = c - \frac{b}{c}(b \mp a).$$

Ist ferner $AB = r$ und BC senkrecht auf AT, so hat m

$$\text{Tang.}\,\alpha = \frac{BC}{BT} = \frac{BC}{AT - r},$$

und wenn man in diesem Ausdrucke den obigen Werth AT und von Tang. α substituirt, so hat man

$$BC = \frac{\pm b(c + r) - ar}{\sqrt{c^2 - (a \mp b)^2}}.$$

Sey endlich $BC = \sqrt{y^2 + z^2}$ und $A'B = c + r = x$, $r = x - c$. Substituirt man diese Werthe von BC und dem vorletzten Ausdrucke für BC, so erhält man

$$(y^2 + z^2)\,[c^2 - (a \mp b)^2] = [ac - x(a \mp b)]^2,$$

und alle diese Ausdrücke stimmen mit den früher gefund vollkommen überein. *L.*

Vergröfserung.

Amplificatio; Amplification; *Ampliation, Magni-ing power.*

So wird die Wirkung der optischen Instrumente, vor-lich der Fernröhre und der Mikroskope, genannt, durch die alle Gegenstände unter einem gröſsern Sehwinkel er-inen, als mit freiem, unbewaffnetem Auge. Man drückt Gröſse dieser Wirkung durch das Verhältniſs der beiden winkel aus. So sagt man, die Vergröſserung ist zehnfach, der Gegenstand durch das Fernrohr gesehn unter einem mal gröſsern Sehwinkel erscheint, als mit freiem Auge. man die Vergröſserung bei Mikroskopen bestimmt, ist eits eben [1] gesagt worden. Auch für die Fernröhre ist das sentlichste des hierher Gehörenden schon früher [2] mitgetheilt den. Wir beschränken uns daher hier nur auf einige nige nachträgliche Bemerkungen über die Bestimmung der gröſserung bei Fernröhren. Bei diesen letzten Instrumen-nimmt man den unvergröſserten Sehwinkel so an, wie er darstellen würde, wenn das unbewaffnete Auge an dem des Objectivs oder auch an dem des Oculars stände, bei diesen Instrumenten die dadurch zu betrachtenden Ge-stände gewöhnlich so weit entfernt sind, daſs die ganze ge des Fernrohrs gegen jene Entfernung als sehr gering rachtet werden kann.

Bei dem holländischen und dem astronomischen Fernrohre ist kanntlich die Vergröſserung derselben gleich der Brennweite s Objectivs dividirt durch die des Oculars. Zu diesem ecke müssen wir also ein Mittel haben, die Brennweiten beiden Linsen genau zu messen. Das einfachste Mittel ist die Aufstellung dieser Linsen in dem Fensterladen eines finsterten Zimmers, wo man das äuſsere Licht auf die Linse len läſst und dann im Innern des Zimmers eine weiſse Ta-l oder ein Blatt Papier so lange von der Linse entfernt, bis

1 S. Art. *Mikroskop*. Bd. VI. S. 2255.

2 S. Art. *Fernrohr*. Bd. IV. S. 150. *Teleskop*. S. 148.

äufsere sehr weit entfernte Gegenstände ein ganz deutlid Bild derselben auf der Tafel geben, wo dann die Entfer der Tafel von der Linse die gesuchte Brennweite der letz ist. Dieses Mittel ist vorzüglich bei den Ocularen sehr bra bar, die im Allgemeinen eine nur kleine Brennweite h Auch kann man die Linse selbst mit einer dunklen P scheibe, worin zwei kleine Löcher sind, bedecken und wenn man die Fläche der Linse senkrecht gegen die S hält, den Punct suchen, wo die durch die Löcher geh Lichtstrahlen sich zu einem einzigen Puncte vereinigen.

Ein ganz gemeines Verfahren, das aber doch bei Uebung zuweilen recht brauchbar seyn soll, besteht dafs man denselben Gegenstand, z. B. einen Dachziegel, nem Auge durch das Fernrohr und zu gleicher Zeit mit andern *frei* beobachtet und durch Schätzung zu besti sucht, wie viele z. B. der frei gesehenen Ziegel auf einen das Fernrohr beobachteten gehn.

Verläfslicher ist folgende, von Maskelyne vorgeschl Methode, wodurch die Brennweite des Objectivs mit gr Schärfe bestimmt werden kann, während man für die k Brennweite des Oculars das oben erwähnte Verfahren mit verfinsterten Zimmer anwenden wird. Man stellt zuerst Fig. 248. anderes, am bequemsten nur kleines Fernrohr CD so, man damit sehr entfernte Gegenstände, z. B. den Mond, deutlich sehn kann. Dann stellt man dieses Fernrohr hori tal auf einen Tisch und bringt vor das Objectiv D desse die neue zu messende Objectivlinse A mit dem vorigen rallel. Ein Gehülfe wird dann ein ebenfalls mit den bei Objectiven parallel gestelltes Buch BE so lange auf der L AB hin und her rücken, bis das Auge in C die Buchst des Buches am deutlichsten durch das kleine Fernrohr sehn kann. In dieser Lage ist die Distanz AB des Obje von dem Buche zugleich die Brennweite des neuen Obje A. Nennt man a die so gefundene Brennweite des Obje und b die Brennweite des dazu gehörenden Oculars, we letztere man durch das oben angezeigte Verfahren im ver sterten Zimmer leicht finden kann, so ist die gesuchte V gröfserung des neuen Fernrohrs, wozu das Objectiv A hört, gleich $\frac{a}{b}$. Der Grund dieses Verfahrens liegt darin, d

urch das alte oder kleine Fernrohr CD nur parallele
n von dem Buche durch das vorgesetzte Objectiv A
weil jetzt die Schrift des Buches ebenso deutlich ge-
rird, wie zuvor der Mond ohne dieses Objectiv gesehn
n ist, so dafs also das Buch in dem Brennpuncte des
Objectivs A liegen mufs.

uch das folgende Verfahren kann mit Nutzen angewen-
rden, um die Vergröfserung eines Fernrohrs mit Ge-
eit zu finden. Wenn man das zu untersuchende Fern-
o gestellt hat, dafs man damit sehr entfernte Gegen-
deutlich sieht, und wenn man dann das Auge von dem
e des Fernrohrs weiter zurückzieht, so erblickt man
in diesem Oculare das kreisrunde Bild der metallenen
g des Objectivs. Man messe dann den Durchmesser
Bildchens, der z. B. gleich b Linien seyn soll. Auf
ben Mafsstabe messe man auch mit den zwei Spitzen
ewöhnlichen Cirkels den wahren Durchmesser der er-
n innern Objectivfassung, der a Linien betragen soll.
man aber auf diese Weise die beiden Gröfsen a und
ist die gesuchte Vergröfserung des Fernrohrs gleich

zuvor. Dabei ist also nur die erste dieser zwei Mes-

, nämlich die des Bildchens a der Fassung, etwas
ig mit Schärfe auszuführen. Um diesem Hindernisse
egnen, hat Ramsden ein eigenes kleines Instrument
ausgedacht, das er *Dynamometer* (Kraftmesser) nannte. Fig.
eine convexe Linse von Glas und CD ist eine kleine 259.
Glastafel mit parallelen Seiten, auf welcher in kleinen
en parallele und äquidistante Striche eingeschnitten sind.
gt das eine Ende EF der Röhre, in welcher jene bei-
äser enthalten sind, an das Ocular des Fernrohrs und
ebt dann das Stück ABCD in der etwas weitern Röhre
so lange, bis das Auge bei AB jenes Bild der Ob-
ssung im Innern des Fernrohrs deutlich sieht. Doch
nan zuerst die Linse AB, die für sich beweglich ist,
enige Entfernung von der eingetheilten Glasplatte CD
haben, wo man die Striche dieser Platte durch die
AB am schärfsten sieht. Gesetzt man fände durch die-
rfahren den Durchmesser des Bildes der Fassung gleich
ilstrichen der Glasplatte und jedes Intervall zwischen

zwei nächsten dieser Theilstriche soll 0,12 Paris. Linie be-
tragen. Demnach beträgt also der Durchmesser des Bildche[n]
$3 \times 0{,}12 = 0{,}36$ Par. Linie. Ist nun der wahre Durchme[sser]
dieser Objectivfassung (den man, wie gesagt, mit einem C[ir]-
kel sehr scharf messen kann) z. B. gleich 4 Zoll oder 48 [Li]-
nien, so ist die gesuchte Vergröfserung des Fernrohrs $\frac{48}{0{,}36} =$ [...]
In Ermangelung eines solchen Dynamometers könnte man w[ohl]
auch jenes Bildchen der Fassung, so wie die Fassung sel[bst]
mit den beiden Spitzen eines Cirkels fassen und die bei[den]
Oeffnungen des Cirkels mittelst eines verjüngten Mafssta[bes]
bestimmen, nur wird man, wie man sieht, bei dieser Me[s]-
sung des Bildchens leicht einen Fehler begehn können, [der]
desto mehr schädlichen Einflufs hat, je mehr die beiden Dur[ch]-
messer von einander verschieden sind. Mit Hülfe eines [sol]-
chen kleinen und leicht zu verfertigenden Instruments [aber]
wird man selbst mehrere Fernröhre, deren jedes wieder, [wie]
gewöhnlich, mehrere Oculareinsätze hat, leicht und zug[leich]
sicher bestimmen können.

L.

Vernier.

Sehr oft kommt der Fall vor, wo man gerade Lin[ien]
oder auch Kreisbogen und Winkel, besonders kleine Th[eile]
derselben, mit grofser Schärfe angeben will. Wollte m[an]
dieses unmittelbar mit Hülfe irgend eines Mafsstabes thun, [so]
müfsten auf diesem Mafsstabe offenbar ebenso kleine Th[eile]
der Linie oder des Bogens durch den Mechaniker angege[ben]
seyn, als man durch diesen Mafsstab messen will. Dad[urch]
würden aber in den meisten Fällen die Theilstriche, we[lche]
der Mechaniker an dem Mafsstabe angeben soll, zu nah[e an]
einander rücken, was für ihn schwer mit Genauigkeit au[szu]-
führen und aufserdem unbequem zum Gebrauche seyn wü[rde].
Wenn man z. B. auf der Peripherie eines Kreises noch [die]
einzelnen Secunden lesen wollte, so müfste man auf [der]-
selben nicht weniger als 1296000 Theilstriche anbring[en],
die alle gleich weit von einander abstehn. Diesem Ue[bel]
zu begegnen hat man zuerst die *Transversalen* eingefü[hrt]

ıb und bc auf einem sogenannten verjüngten Maſsstabe Fig. 260.
inie, welche die Einheit des Maſses, z. B. den Fuſs, vor-
n soll. Theilt man einen derselben, z. B. bc, in fünf
e Theile, so wird man mit einem solchen Maſsstabe auch
ften Theile des Fuſses messen können. Nimmt man
em Cirkel die Linie a1, so hat man $1\frac{1}{5}$ Fuſs, und
b ist $a2 = 1\frac{2}{5}$, $a3 = 1\frac{3}{5}$ Fuſs u. s. f. Wenn man aber
selben Maſsstabe auch die 10ten oder die 20sten Theile
Fuſses erhalten wollte, so würde man diese kleinern
e nicht mehr unmittelbar messen, sondern nur nach dem
nnten Augenmaſse schätzen können. Man ziehe daher
ie Gerade ac zwei Senkrechte aa′ und cc′ und nehme
men die äquidistanten Geraden, die durch die Puncte
, 3... bis 9 gehn und alle mit ac parallel sind, und
endlich die mit cc′ parallelen Linien 11, 22, 33 und
o wie die *Transversalen* b1, 12, 23, 34 und 4c′, so
nan mit einem solchen Transversalmaſsstabe nicht bloſs
n, sondern auch die 50sten Theile des Fuſses, also zehn-
einere Theile, als zuvor, unmittelbar messen können.
That sieht man ohne weitere Erläuterung, daſs z. B.
ie de, wenn sie mit dem Cirkel genommen wird, die
von $1\frac{1}{50} = 1{,}02$ eines Fuſses beträgt. Ebenso ist die

$$fg = 1 + \tfrac{1}{5} + \tfrac{4}{50} = 1\tfrac{14}{50} = 1{,}28 \text{ Fuſs},$$
$$hk = 1 + \tfrac{3}{5} + \tfrac{7}{50} = 1\tfrac{37}{50} = 1{,}74 \text{ Fuſs u. s. w.}$$

ieses einfache Verfahren hat man auch bald zur Mes-
ler Winkel angebracht und selbst die besten astronomi-
Instrumente zu Tycho's Zeiten hatten nichts Besseres.
tage sieht man diese *Kreistransversalen* nur noch bei
ogenannten Transporteurs der Feldmesser. Ist O der Fig.
punct eines senkrecht gestellten Kreises, dessen Peri- 261.
MAN z. B. in einzelne Minuten AB, BC, CD...
heilt ist, so wird ein aus dem Puncte O herabhängen-
der Kreisfläche paralleles Bleiloth mit seinem Faden,
der Kreis um seinen Mittelpunct O gedreht wird, die
nen Minuten angeben. Zieht man aber mit dem Bogen
och vier andere äquidistante concentrische Bogen und
man die Halbmesser AO, Bb, Cc, Dd ... nebst ihren
versalen Ab, Bc, Cd ..., so wird man mit einer so

eingetheilten Peripherie nicht mehr blofs die ganzen Mi sondern auch die vierten Theile derselben unmittelbar me können. Es sey z. B. A derjenige Punct der Peripherie, zu 30° 10′ gehört, so wird B zu 30° 11′, C zu 30° 12′ u. gehören. Fällt also der Faden des Bleiloths auf den Pu so wird die Höhe des beobachteten Gestirns 30° 10′ betr Fällt aber dieser Faden auf den Punct a der Transversale so gehört dazu die beobachtete Höhe von 30° 10¼ Min. von 30° 10′ 15″, und ebenso wird der Punct b zu 30° Min.= 30° 10′ 30″ und c zu 30° 10¾ Min.= 30° 10′ 45″ ge u. s. w. Man hat aber bald gefunden, dafs man, wenn man auf einem Kreise von sechs Fufs im Durchmesser (und s gehören schon zu den gröfsten astronomischen Kreisen) die einzelnen Secunden angeben wollte, sehr viele se Linien wie de, fg, hk... mit ihren Transversalen müfste, was für den Künstler schwer mit Genauigkeit au führen und für den Beobachter in der Ausübung wieder quem seyn würde. Zudem ist es eigentlich nicht einmal nau richtig, dafs die Puncte a, b, c.. der Transversale den oben erwähnten Winkeln gehören, wie man durch einfache Betrachtung der Elementargeometrie finden kann.

Um diesem Umstande abzuhelfen, hat Peter Vernier, französischer Geometer, im J. 1631 eine ebenso einfache sinnreiche Vorrichtung ausgedacht, die auch seinen Namen t und jetzt, ihrer Vorzüglichkeit wegen, allgemein angen men ist. Man hat zuweilen auch den Portugiesen Nonius o Nunnez, der mehrere Jahrhunderte vor Vernier lebte, den Erfinder dieser Einrichtung ausgegeben, daher sie a zuweilen *Nonius* genannt wird, aber mit Unrecht, da von Nonius zu diesem Zwecke vorgeschlagene Mittel ein g anderes und keineswegs so vortheilhaft anwendbares ist.

Fig. 262. Denken wir uns den Rand eines Kreises AA in meh gleiche Theile 01, 12, 23... getheilt, deren jeder z. B. Minuten oder den sechsten Theil eines Grades betragen Um den Mittelpunct dieses Kreises bewege sich eine *Alhid* (Lineal), deren Länge nur etwas weniges gröfser ist, als Halbmesser des Kreises. Ist nun diese Alhidade an ih äufsersten Ende BB nur mit einem einzigen Striche vers so wird man dadurch die Bewegung derselben auf je

nur von zehn zu zehn Minuten unmittelbar lesen kön-
Wenn z. B. die Alhidade B auf dem festen Kreise A A
er Linken gegen die Rechte so weit vorrückt, dafs das 0
lhidade, welches früher mit dem 0 des Kreises coinci-
mit dem Theilstriche 1, 2 oder 3.. des Kreises coin-
, so ist die Alhidade aus ihrer ersten Lage um 10, 20
30... Minuten fortgerückt, und kleinere Bewegungen,
von einer einzigen Minute, lassen sich auf diese Weise
bar nur nach dem Augenmafse schätzen, aber keineswegs
messen. Nehmen wir aber ein Stück, einen Bogen mn
lhidade, der genau ebenso grofs ist, als neun Intervalle
als 90 Minuten) des ersten Kreisbogens, und theilen
eses Stück mn der Alhidade, obschon es nur neun In-
len des Kreises entspricht, ebenfalls in zehn gleiche
01, 1II, IIIII...., so wird man mit einer so getheil-
lhidade sofort auch die einzelnen Minuten in der Bewe-
dieser Alhidade noch genau messen können. Da näm-
der Voraussetzung zufolge, zehn Intervalle der Alhidade
neun Intervallen des Kreises sind und jedes Inter-
es Kreises 10 Minuten beträgt, so wird offenbar jedes
ll 0I, 1II, IIIII... der Alhidade genau 9 Minuten
eine Minute weniger betragen, als ein Intervall des Krei-
Wenn also, wie in der Zeichnung, die beiden ersten
striche 0 und 0 des Kreises und der Alhidade coincidi-
n ist, in dieser Lage der Alhidade, der Zwischenraum
hen

den Strichen

I und 1 gleich 1 Minute,
II — 2 — 2 Minuten,
III — 3 — 3 Minuten u. s. w.,

rch daher die einzelnen Minuten unmittelbar gegeben
en, während man vorhin nur die (zehnmal gröfseren)
tel eines Grades zu lesen im Stande war. Ist also
die Alhidade auf dem festen Kreise in die Lage gekom-
die durch die Zeichnung dargestellt wird, wo die Theil- Fig. 263.
he II und 3 mit einander übereinstimmen, so sieht man,
die Alhidade von ihrer früheren Lage um das ganze In-
ll des Kreises 01, das heifst um 10 volle Minuten, und
diefs noch um den Theil pq, d. h. um 2 einfache Mi-
n, also im Ganzen um 12 Minuten vorgerückt ist.

Ebenso würde sie um 13 Minuten vorgerückt seyn, w die Theilstriche III und 4 correspondirten, und so fort in len ähnlichen Fällen.

Ganz ebenso wird man auch bei der Messung irgend ner Länge, z. B. einer geraden Linie verfahren, vora setzt dafs man bereits einen in einzelne Theile bei 0, 2, 3 . . eingetheilten Stab und überdiefs einen kleineren (die Alhidade) besitzt, welcher letztere so eingetheilt ist, daſs Theilstriche der Alhidade auf 9 Theilstriche des ersten St (des eigentlichen Mafsstabes) gehn, wo man dann mit H dieses Mafsstabes und seiner Alhidade (oder seines Vern auch sofort die zehnten Theile etwa eines Zolles oder Linie wird bestimmen können. Gesetzt dieser Mafsstab hätte die Länge von zehn (Decimal-) Zollen oder von Fufs und er wäre auf der zu messenden geraden Linie mal umgelegt worden, wo dann von dieser Linie noch Länge rs des Mafsstabes übrig geblieben wäre. Um d Stück rs zu finden, wird man irgend einen Theilstrich Verniers (wie z. B. in der Figur den Theilstrich II) mit dem einen Ende r dieses Stücks zusammenfallen und dann zusehn, wie viele Intervalle des Verniers noch zu dem andern Ende s dieses Stückes gehn. Die Figur 6 solche Intervalle des Verniers, deren jedes $\frac{9}{10}$ Zolle bet so dafs also das Stück rs $=$ 6mal $\frac{9}{10}$ oder $=$ $\frac{54}{10}$ Zoll, heifst 5 Zoll und $\frac{4}{10}$ Zoll, und daher die ganze zu sende gerade Linie 3 Fufs 5 Zoll und $\frac{4}{10}$ Zoll beträgt. bequemsten ist es, immer den ersten Theilstrich 0 des Vern an das eine Ende r jenes Stücks zu legen, weil man di die von dem Künstler auf den Vernier getragenen Ziffern mittelbar benutzen kann, ohne erst die Anzahl seiner Th striche einzeln zu zählen. Das Verfahren, welches man z.

Fig. 264. bei der Vermessung der geraden Linie PR zu beobachten ist demnach kurz folgendes. Man lege den Mafsstab AA die zu messende Linie genau parallel an und lese dann ganzen Zolle auf dem Mafsstabe ab. Man sieht aus dem sten Anblicke der Zeichnung, dafs die gesuchte Länge der nie PR gleich 5 Zollen $+$ dem Stücke QR ist. Um dieses Stück QR zu messen, legt man den Vernier BB an d bisher unverrückten Mafsstab AA genau parallel und so dafs das 0 des Verniers mit dem letzten Endpuncte R d

ı coincidirt, und sieht dann zu, welcher Theilstrich
ers in dieser Lage mit einem Theilstriche des Mafs-
ncidirt. Dieses ist hier der Theilstrich V des Ver-
ıo hat das Stück QR die Länge von $\frac{5}{10}$ Zoll, die
nchte Länge der Linie PR ist also gleich $5\frac{5}{10}$ oder
und ebenso in allen andern Fällen.

L.

Versteinerungen.

**trefacten, versteinerte oder petri-
ɜ Körper; *Petrefacta, Petrificata;* Petri-
s; *Petrifications.***

wurde bereits einige Male auf diesen Artikel, insbe-
ıber wurde bei der Aufzählung der Bestandtheile unserer
ıf diejenigen Untersuchungen verwiesen, welche die-
;enstande gewidmet werden sollten, den man früher
physischen Geographie angehörend betrachtete. In den
Zeiten wurde jedoch dieser Zweig durch stets hinzu-
ene Thatsachen so aufserordentlich erweitert, dafs er
ıes umfassenderes Studium erfordert und daher in Folge
;leichung der frühern mit den jetzigen Naturkörpern
das Gebiet der Geologie, Botanik und Zoologie über-
ı ist, welche specielle Zweige der Naturforschung je-
'ser dem Bereiche meiner Studien liegen. Hiernach kann
Zwecke dieses Werkes nicht angemessen seyn, in aus-
ɜ oder gar erschöpfende Betrachtungen namentlich über
llosen Arten der Versteinerungen einzugehn und sie
dig sowohl aufzuzählen, als auch zu beschreiben, viel-
erden einige, auch dem Physiker unentbehrliche, all-
're Angaben genügen.
ter Versteinerungen versteht man die fossilen Ueberre-
Thier- und Pflanzenwelt, welche aus einer mehr oder
ältern Periode abstammen und durch äufsere Einwir-
insbesondere das Eindringen mineralischer Substanzen

ı. Art. *Erde*. Bd. III. S. 1113.

in ihre Masse, so verändert worden sind, dafs sie in ihrer jet
Beschaffenheit eine mittlere Classe zwischen organischen
unorganischen Körpern ausmachen, indem sie nicht selten
noch durch ihre Gestalt andeuten, dafs sie ursprüngli
ersten gehörten. Die in ihre Masse eingedrungenen m
lischen Substanzen, wodurch häufig die ursprünglich o
sche Beschaffenheit so vollständig zerstört wurde, dafs
noch die frühere Form zurückblieb, sind hauptsächlich K
erde, noch mehr Kalkerde, Metalle, vorzüglich Eisenkies
Kupferkies, Bitumen u. s. w. Zuweilen sind die Ueb
der Thierwelt, namentlich die Knochen, blofs ihres
und des gelatinösen Antheils beraubt, und da die weich
Bestandtheile gleichfalls fehlen, so bestehn viele Petre
aus wenig veränderten Knochen, die ihre Gestalt noch
beibehalten haben; in manchen Fällen ist sogar die G
noch nicht gänzlich zerstört, ja bei einigen fossilen Ueb
sten einer frühern Schöpfung, die im Eise erhalten w
finden sich selbst die weichern Theile nebst den H
und bei einigen, in grofser Menge unter der Erde aufge
ten, deutet ein auffallender Modergeruch die noch gegen
tig fortdauernde Zersetzung an. Auf gleiche Weise haben
berreste einer frühern Pflanzenwelt noch ihre vollstä
Structur beibehalten und sind blofs durch lange anhalten
starken Druck, mitunter durch Hitze, umgewandelt oder
Bitumen durchdrungen. Man ersieht hieraus, dafs alles
was man unter dem gemeinsamen Ausdrucke *Petrefacten* o
Versteinerungen zusammenfafst, eine weitläuftige Classe v
Körpern bildet, die von einer vollständigen Umwandlung
unorganische Gebilde bis zur noch völlig organischen Struc
übergehn und bei denen also ihre Abstammung aus einer f
heren, über die jetzige geschichtliche Periode, vielleicht
mindestens zum Theil über die gegenwärtige äufsere Besch
fenheit unsers Erdballs, hinausgehenden Zeit hauptsächlich d
Bestimmungsgrund abgiebt, sie in eine eigenthümliche Cla
zu ordnen.

Ehemals betrachtete man die Versteinerungen als Nat
spiele (*lusus naturae*), indem man glaubte, die stets zwe
mäfsig und mit Ordnung grofsartig schaffende Natur erze
zuweilen gleichsam zum Spafs nutzlose und sonderbare P
ducte, eine Ansicht, die sich auf eine vorzüglich lächerli

rausstellte, als Beringer[1] in der Gegend von Würz-
se Erzeugnisse sammelte und darunter auch diejeni-
ke aufnahm, welche die Schüler künstlich in Töpfer-
ildet hatten, um seines löblichen, aber irregeleiteten
ifers zu spotten. Nicht minder hinderlich war das
il, wonach man die Reste einer frühern Schöpfung
durch die Sündfluth untergegangenen Thieren und
riesenhaften Menschen ableitete, die in vorgeschicht-
it gelebt haben sollten, weswegen noch in Kirchen
een Knochen von Cetaceen und Landthieren aufbe-
rden, die von jenen antediluvianischen Riesen abstam-
len. Erst nachdem man anfing, diese Ueberreste vor-
rei zu untersuchen und das Zusammengehörige nach
lenen Classen zu ordnen, wurde mehr Licht über das
erbreitet und Zusammenhang in diesen Zweig der
senschaften gebracht. Pallas, Dolomieu, de Luc,
ller, Sloane, d'Aubenton, Blumenbach, vor-
e Cuvier, dann v. Schlotheim, Leopold v. Buch,
nd, Brongniart, Goldfuss, Bronn und Andere
ich hierum verdient gemacht[2]. So weit meine in
Gebiete nur mangelhaften Kenntnisse reichen, will ich
n, aus diesen gröfsern Werken eine kurze Uebersicht
entlichsten mitzutheilen, um den früher als noth-

---

ithographia ;Wirzeburgensis. 1726. fol.

der weitläuftigen Literatur erwähne ich nur: Blumenbach
archaeologiae telluris cet. Gott. 1803. 4. Vergl. Comment.
Gott. T. XV. p. 123. Comm. Rec. T. III. Am vollständig-
Recherches sur les ossements fossiles cet. par M. le Baron
. 5 T. Par. 1821 ff. Ein Auszug daraus: Discours sur les
s de la surface du globe etc. par M. le Baron de Cuvier.
r 5ten Aufl. (Par. 1828.) übersetzt mit Anm. von Nöggerath.
0. 2 Voll. 8. Histoire des Végétaux fossiles ou recherches
s et géologiques sur les Végétaux renfermés dans les diver-
es du Globe. Par M. Ad. Brongniart. 1re Liv. Par. 1828.
Petrefactenkunde auf ihrem jetzigen Standpuncte u. s. w.
. Baron v. Schlotheim. Gotha 1820. Mit K. Lethea geogno-
r Abbildung und Beschreibung der für die Gebirgsformatio-
ichnendsten Versteinerungen. Von H. G. Bronn. 8. Mit Kupf.
Unter den ältern Werken sind Bouguer Traité des Petrifi-
Par. 1742. 4. und 1772. 8. und Walch Naturgeschichte der
rungen. Nürnb. 1768. 4 T. fol. am bekanntesten.

wendig zur Physik gehörigen Gegenstand nicht ganz zu gehn.

Eine eigene, ebenso zahlreiche als merkwürdige von Versteinerungen ist in neuester Zeit durch Ehren aufgefunden und dadurch der Umfang unserer Kenntni Ueberbleibsel aus frühern Perioden der Erde auffallend tert worden. Durch einige Spuren, insbesondere Fischer läufige Beobachtungen, geleitet untersuchte jener eifrig turforscher die verschiedenen Arten Tripel und Polirerde fand, dafs sie fast ganz aus versteinerten Infusorien und Theilen bestehn. Mit Anwendung starker Vergröfserunge mochte er sogar die verschiedenen Arten durch Kieselerde steinerter Thiere im Franzensbader Gestein und dem de Kieselguhr, im Kieselguhr von Isle de France, im Ber von Santa Fiora oder San Fiore, im Polirschiefer von im käuflichen Blättertripel, im Klebschiefer von Menilm und im Feuerstein zu unterscheiden. Der gröfste Theil Infusorien, welche den noch jetzt vorkommenden oft vollko gleichen, ist so wohl erhalten, dafs sich die Gestalten d ben besser, als bei den lebenden, unterscheiden lassen. renberg leitet diese genaue Erhaltung der von Kies durchdrungenen Panzer jener Thiere aus der Glühhitze welcher sie ausgesetzt waren, die den Kohlenstoff zers so dafs die im Wasser auflöslichen Erden fortgespült wu Die Gröfse der Infusorien im Polirschiefer beträgt im M $\frac{1}{288}$ einer Linie oder $\frac{1}{6}$ eines menschlichen Kopfhaares, l teres zu $\frac{1}{48}$ Lin. Dicke angenommen, wonach auf eine biklinie in runder Zahl 23 Millionen und auf einen Kubik 41000 Millionen solcher Thierchen kommen, deren Gewi also nicht mehr als $\frac{1}{187}$ Milliontel eines Grans beträgt. Du die Nachricht hiervon aufmerksam gemacht untersu Retzius das Bergmehl, welches, im Kirchspiel Degernae an Grenze Lapplands befindlich, bei der im Jahre 1832 statt denden Hungersnoth mit Kornmehl und Baumrinde verm zu Brod verbacken wurde und nach einer Analyse von Be zelius[2] aus Kieselerde mit organischen Bestandtheilen

1 Poggendorff's Ann. XXXVIII. 213. XXXIX. 101. XL. XLII. 470.

2 Ebendas. XXIX. 261.

besteht. Auch hierin wurden gegen zwanzig Arten rte Infusorien gefunden, deren einige noch jetzt levollkommen gleichen. Nicht minder besteht ein unsdorf in der Lüneburger Heide aufgefundenes, 18 Fufs es Lager einer weifsen, mehlartigen Substanz aus reiselerde, die blofs aus Infusorienschalen nach Art des hles von Santafiora gebildet ist, und ebendiese sind in larunter liegenden, 10 Fufs mächtigen Lager von gelbfarbe, welches durch etwas Bitumen gefärbt ist, ent-Einige dieser Arten finden sich noch jetzt in der Umvon Berlin, ihre Panzer bestehn ganz oder gröfstenis Kieselerde und die Umwandlung derselben in mehlartige scheint dadurch herbeigeführt worden zu seyn, dafs sie schiedenen unbekannten Katastrophen der Erdoberfläche hhitze ausgesetzt waren. Es darf hier die in Bezieuf den Versteinerungsprocefs wichtige Bemerkung anwerden, dafs es den Bemühungen Göppert's[1] gelun-, Pflanzentheile mit Metalloxyden oder Kieselfluorwassäure zu imprägniren und durch nachheriges Glühen in Petrefacten, mit Beibehaltung ihrer Formen, zu verwanworaus er schliefst, dafs viele jetzt vorhandene versteiVegetabilien auf gleiche Weise von Kieselerde oder mein Stoffen durchdrungen und dadurch versteinert worden onen. Wenn man von diesen Resultaten ausgeht und zuberücksichtigt, dafs die Natur überall mit gröfsern Mitrirt, die wir durch Kunst nicht in gleicher Ausdehnzuwenden vermögen, so wird leichter begreiflich, wie versteinerte Holzarten noch die einzelnen Jahrringe übrigen Formen gerade so zeigen, wie sie im lebenstande vorhanden waren.

e Versteinerungen gehören im Allgemeinen entweder hierreiche oder zum Pflanzenreiche und die Menge der ist bei weitem die gröfste. Unter diesen unterschei-n

die *versteinerten Seegeschöpfe*[2], deren Zahl so grofs ren Verbreitung so allgemein ist, dafs man hieraus zu

---

Poggendorff's Ann. XXXVIII. 567. Vergl. XLII. 593.

Vergl. Conchiliologia fossile subappenina con osservazioni geocet. Da G. Brocchi cet. Milano 1814. 2 T. 4. System de

folgern veranlafst wird, unsere Erde sey in frühester überall mit Wasser bedeckt gewesen. Unter diese ge als hauptsächliche Arten:

1) Die *Testaceen*, wozu die *Ammoniten* oder *Am hörner* gehören, die von der Gröfse einer Linse bis zu nes Wagenrades, meistens in Kalkstein, zuweilen in S felkies oder auch Kupferkies verwandelt, gefunden w und durch ihre eigenthümliche, den Widderhörnern des ter Ammon ähnliche Gestalt leicht kenntlich sind. Ma terscheidet mehrere Hundert Species, findet selten die S erhalten, desto öfter das Volumen des innern weichen pers aus Steinmasse nachgebildet, und gewahrt nur ein ringe Aehnlichkeit derselben mit noch lebenden sehr kl Thieren, welche hauptsächlich Soldani[1] zuerst im M schlamme bei Rimini fand. In geringerer Menge werden, sonders im schwärzlichen Kalkstein, die *Orthoceratiten*, *lemniten* oder sogenannten Donnerkeile, *Discolithen* und *citen* gefunden, welche letztere mit einer Species der *co na officinalis* von Corsica Aehnlichkeit haben. In sehr g Menge sind die versteinerten Muscheln, als *Ostraciten*, *miten*, *Gryphiten*, *Hysterolithen*, *Pantoffelmuscheln* u dere, vorhanden, minder häufig das von Thomson gefu *Cornu copiae*, die *Muriciten*, *Dentaliten* und *Serpul* Alle diese stammen aus der Urwelt und ihre Arten sind nicht mehr vorhanden, was hinsichtlich des *Balanites p sus*, der grofsen *Terebratuliten* und der *Strombiten* zw haft ist; dagegen findet man sowohl versteinert als noch bend die gemeinen *Terebratuliten* und den *Trochus li phorus*.

2) Die *Crustaceen*[2], worunter die versteinerten Kre und Krabben gehören.

3) Die *Radiarien*, wozu die *Echiniten* oder Stachelth gerechnet werden, die man nur selten mit ihren Stach desto häufiger die letzteren allein und den versteinerten Kö

---

urweltlichen Conchylien-Geschlechter u. s. w. Von H. Bronn. H delb. 1821. fol.

1 Lichtenberg's Magaz. Th. I. S. 75.

2 Vergl. Histoire naturelle des Crustacés etc. savoir les Tr bites par Alex. Brongniart etc., les Crustacés proprement dits par G. Desmarest etc. Par. 1822. 4.

res gleichfalls für sich allein findet. Höchst merk- sind die *Encriniten*, Reste eines pflanzenartigen Po- res, welches mit seinem Fuſse auf dem Boden des festgesessen zu haben scheint und die tulpenartigen eines obern Endes bald entfaltet, bald geschlossen hat. Glieder seines Stieles findet man in groſser Menge, zwei und mehreren noch zusammenhängend, als *En-* oder Rädersteinchen. Eine diesen ähnliche Species in dem Meere der Antillen finden.

Die *Corallien*, deren viele Species von *Madreporiten lleporiten*, die an den Küsten von England, in Frank- Deutschland und Italien gefunden werden, auffallende hkeit mit denen haben, die noch jetzt in südlichen leben.

Die *Ichthyolithen* oder versteinerten Fische finden sich er Menge und von den verschiedensten Gestalten. Da- ört die groſse Menge der Abdrücke von Fischgerippen iefer, namentlich im Mansfeld'schen, und diesen ganz zu Sunderland in England[1]. Von den im mansfeld'- Kupferschiefer vorkommenden bemerkt Freiesleben[2], Körpermasse in eine dem schlackigen Erdpech ähn- chkohle verwandelt ist, welche im Abdrucke die Stelle ches einnimmt, selten 0,5 Zoll, meistens kaum einige dick ist und zuweilen mit Kupferkies, Kupferglas und pfererz überzogen zu sein scheint. Ueber die Art dieser dlung geben Göppert's neueste Versuche[3] interessante isse. Zu Ilmenau findet man Fische mit Bleiglanz gen. Die im Mansfeld'schen vorkommenden sind im 1,5 bis 27 Zoll lang und verhältniſsmäſsig bis 6 Zoll doch finden sich auch seltene Exemplare von 3 Fuſs und 1 Fuſs Breite; meistens liegen sie auf der Seite, uf dem Bauche, und beim Spalten des Gesteins ent- obere Platte den Fisch, die untere den Abdruck; nicht ind die Fische kreuzweise über einander gelagert, und äſst sich das ehemalige Fleisch des einen von dem des trennen. Die Petrefactologen unterscheiden unter den

---

G. LXX. 349.
Geognostische Beiträge. Freiberg 1807 ff.
8. a. o. a. Orte.

vorkommenden zweierlei Arten Bauchflosser, wovon die nen den jetzigen Döbbeln, Weifsfischen, Gründlingen Heringen ähneln sollen, die andern nie unter 18 Zoll und von hechtartigem Ansehn sind. Spitzschwänze (c mit chagrinartiger Haut findet man nur in Bruchstücken. brigens sind die Bestimmungen der vorkommenden Arten Species schwierig, denn es scheinen sich nicht blofs Sü serfische, sondern auch Seefische dort zu finden, wie minder sonstige versteinerte Seethiere und Muscheln, desgl in Pechkohle verwandelte Abdrücke von kriechenden und w förmigen Thieren, Amphibien, Schnecken, Abdrücke von wächsen, als Lycopodien, Farrenkräutern, schilfartigen tern, bambusrohrähnlichen Stengeln, selbst von Blumen, ren und Fruchthülsen, endlich selbst verkohlte Holz Auf dem Cap der guten Hoffnung fand Lichtenstein[1] Menge Abdrücke auf Schiefer; sie glichen dem Aal, wa Fufs lang und auf 5000 Fufs Höhe die einzigen Ueb der Vorwelt, die er entdecken konnte. Unter die sch Petrefacten von Fischen gehören die in grofser Vollstän erhaltenen im thonhaltigen Kalkstein auf der Bolca b rona, wo sie in grofser Menge gefunden worden sind und wiewohl seltener, gefunden werden. Sie sollen sämmtlic chen Arten angehören, welche man gegenwärtig nicht findet[2]. Sehr grofs ist die Zahl der gefundenen sogenan Haifischzähne (*Glossopetren, Ichthyodonten* u. s. w.), von nen angenommen wird, dafs sie den Geschlechtern *Car rias*, *Galeus*, *Cunicula* u. s. w., überhaupt den Squalen gehört haben. Diese Thiere müssen sehr häufig gewesen da man eine unglaublich grofse Menge solcher Glossop bei Malta, in Toscana und Calabrien findet. Ein in der gend von Paris gefundener Zahn war 3 Zoll 3 Lin. lang 3 Zoll breit, wonach Lacépède die Gröfse des Thiers Fufs 9 Zoll berechnet, und dennoch soll man bei noch gröfsere gefunden haben. Auch die Türkise hält für Zähne und Knochen, die von Kupferoxyd durchdr sind.

1 Reisen. Bd. I. S. 151.

2 Gr. Sternberg. Heft 1. S. 14. Vergl. die versteinerten F u. s. w. Von de Blainville. Ueb. von J. F. Krüger. 1823. 8.

) Ueberreste von versteinerten Wallfischen, Delphinen Seekälbern giebt es viele und wohlerhaltene, die man tlich in Italien, den Niederlanden und Frankreich ge- n hat.

B. Die Ueberreste von *Amphibien* aus der Vorwelt sind in geringerer Menge, aber dennoch sehr zahlreich vor- n. Man rechnet dahin

1) die bei Mastricht, Burgtonna u. s. w. gefundenen *lithen*.

2) *Crocodile*, die man von ungeheurer Gröſse namentlich tersberge bei Mastricht, in Baiern und an andern Orten den hat, was sehr auffallen muſs, da die jetzt lebenden oſs an groſsen Flüssen finden[1]. CUVIER fand unter en Reptilien in Frankreich auch ein *Gavial* vom Gan- nd Eidechsenarten, die er zur Species *Sauvegarde* oder *ambis* rechnet. Sie fanden sich in tieferen Lagern, als ste von Landthieren, und sind daher muthmaſslich äl- Ursprungs. Im Thale des Magdalenenflusses ward 1791 vollständiges Exemplar eines Crocodils gefunden, welches der zerbrochen wurde; auch fand CUVIER zwischen erungen von Seegeschöpfen eine Species von *Monitor*, haft riesenmäſsig, von 25 F. Länge mit einem verhält- äſsig kurzen Schwanze. Ueberhaupt hat man eine Menge derbar gestalteter Reptilien aufgefunden, die man unter der e der *Saurier* zusammenfaſst. Dahin gehört der von ARD HOME[2] zuerst gesehene *Protosaurus* oder *Ichthyo- us*, der von CONYBEARE entdeckte, wegen seiner Gröſse nannte *Megalosaurus*, und das diesen ähnliche, durch LL[3] aufgefundene *Iguanodon*.

C. *Ornitholithen* oder Ueberreste urweltlicher Vögel en der Natur der Sache nach im Verhältniſs zu den eben nnten Thierclassen selten seyn, wenn anders die Vorstel- en, welche sich die Geologen von der früheren Beschaf- heit der Erdoberfläche machen, von der Wahrheit nicht abweichen; denn die äuſsere Erdrinde konnte immerhin Infusorien, Seethieren und Amphibien lange vorher einen

1 SÖMMERING in den Münchener Denkschriften. 1817. S. 9.
2 Philos. Trans. 1809. p. 209.
3 CUVIER Recherch. T. V. P. III. p. 417.

geeigneten Aufenthaltsort darbieten, ehe die ungleich f
organisirten Bewohner der Luft und der Wälder angeme
Nahrung fanden. Es war daher erst im Jahre 1781,
DARCET aus den Gypsbrüchen von Montmartre ein wo
haltenes Exemplar eines versteinerten Vogels erhielt, w
LAMANON zum Geschlechte der Meisen rechnete[1]. Spä
man ebendaselbst noch andere Reste gefunden, aber zu
um gehörig classificirt zu werden[2], inzwischen überzeug
CUVIER hierdurch zuerst von der wirklichen Existenz
Petrefacten, die man später in gröfserer Menge ge
hat[3].

D. Die Menge der *versteinerten Landthiere* ist
grofs, und sie machen sowohl den interessantesten als
den schwierigsten Theil der Petrefactologie aus. Man
scheidet zuerst ganz *unbekannte Arten*[4]. Dahin gehört

1) Das *Mastodon* oder der ehemals so genannte f
fressende Elephant vom Ohio, welcher, nach den gefu
Ueberresten zu schliefsen, die ganze Strecke vom Ohio
den Patagonen bewohnt haben mufs. Es unterscheid
von dem noch häufigern Mammut durch seine unge
Backenzähne, auf deren Krone paarweise kegelförmige Z
aufsitzen. Vorzugsweise findet man die Ueberreste
Thieres in Nordamerica, namentlich in der Gegend der
sümpfe, wo auch C. W. PEALE die zwei sehr vollstän
Gerippe ausgraben liefs, deren eines nach Philadelphia,
andere nach London kam; indefs gehn sie nicht über
43sten Grad nördl. Breite hinaus. V. HUMBOLDT[5] fand
zelne Knochen im Campo de Gigante, nahe bei Sta.
einer Höhe von 8220 Fufs, und CUVIER glaubte mehrere
cies dieses Thieres unterscheiden zu können: a) die g
am Ohio, wovon eben geredet wurde; b) *Mammifère de
more*, von der kleinen Stadt dieses Namens in Gascogne

1 Lichtenberg Magaz. Th. I. S. 22.

2 Journ. de Phys. T. LXII. p. 69.

3 Vergl. EBEL Anleitung die Schweiz zu bereisen. Th. I
586.

4 Vergl. ESPER Nachrichten von neuentdeckten Zoolithen
kannter vierf. Thiere. Nürnb. 1774. fol.

5 Vergl. Journ. de Phys. T. LXVII. p. 350.

rere Zähne des Mastodon mit den sogenannten Tür-
reint gefunden hat; c) das kleine Mastodon, dem
völlig gleich, nur ein Drittel kleiner; d) das Masto-
Cordilleren; e) das sogenannte Humboldt'sche[1],
er berühmte Naturforscher die ersten Knochen davon
ropa brachte, um ein Drittel kleiner, als das vorher-
; f) das dem Tapir ähnliche *Mastodonte Tapiroide.*
Viel ist verhandelt worden über das *Megatherium*
Megalonyx, wovon man Knochen zu Buenos Ayres,
lien und Paraguay gefunden hat und welches unter die
Landthiere gehört haben muſs. Ein aufgefundenes Ge-
r 12 Fuſs lang und 6 Fuſs hoch, von starken Kno-
schnabelförmig verlängerten Kinnbacken, in denen sich
ckenzähne fanden. An den Vorderfüſsen hat es drei
nd spitze Klauen in einer Scheide, an den Hinter-
ur eine groſse, wovon der eine Name desselben ent-
ist. Faujas de Saint Fond[2] setzt es zwischen
, Armadill und Ameisenbär. Von den zu Paraguay
en Knochen wurde ein zu Madrid befindliches Skelett
ngesetzt, und Jefferson hat ein Megalonyx beschrie-
s dem Megatherium zwar ähnlich, aber kleiner ist.
efactologen haben über die Beschaffenheit des Thieres
angelhafter Beschreibung, einer Folge der verhältniſs-
enigen, bisher aufgefundenen Reste, noch nicht ent-

Von *Palaeotherien* kommen viele Ueberreste in den
Lagen der Gypsbrüche auf dem Montmartre vor, nach
ch fünf Species dieser grasfressenden Thiere unter-
lassen, die von der Gröſse eines Pferdes bis zu der
afes abnehmen.
Ebendaselbst, in den höhern Lagen, finden sich Ueber-
von *Anoplotherien*, nach denen Cuvier gleichfalls
cies unterscheidet, die zwischen die Gröſse eines Esels
s Kaninchens fallen.
Ein seltenes, hierher gehöriges Thier der Vorwelt ist
odactylus, auch *Ornithocephalus* genannt, von der
iner Eidechse mit dem Kopfe eines Vogels. Nach

---

n. du Musée d'Hist. Nat. T. VIII.
ai geol. Par. 1805.

einem in der Münchener Sammlung vorhandenen Exem zählte Sömmering[1] dieses Thier, welches Cuvier für fliegende Eidechse hält, zu den vierfüfsigen Thieren.

Als versteinerte Landthiere, deren Gattungen noch auf der Erde vorhanden sind, kann man unterscheiden:

1) Das *Mammut*, wovon wahrhaft zahllose Ueb vorhanden sind, die in Italien, Frankreich, Deutschland, land und vorzüglich in Sibirien in solcher Menge vorko dafs namentlich die wohlerhaltenen und daher noch zum arbeiten geeigneten Zähne, das *ebur fossile*, einen bede den Handelszweig der dortigen Völkerstämme abgeben. Ueberreste dieses riesenhaften Thieres der Vorwelt wurde erst allgemeiner bekannt durch ein am Ende des vorletzten Jah derts bei Burgtonna ausgegrabenes Exemplar, welches Ten als riesenhaftes Elephantengerippe beschrieb. Bald nachher man noch ein Skelett bei Erfurt, und seitdem sind in jenen Ge den, so wie auch in vielen andern, theils vollständige Exem theils einzelne Theile aufgefunden worden, die gegen unter die gemeinsten Versteinerungen gehören. Wohl erh Theile fand man unter andern bei Erfurt[3]; im Sommer 1810 bei Samson-Haza in Ungarn durch eine Ueberschwem eine Menge solcher Knochen entblöfst[4]; Canstadt bei Stutt hat acht solche Gerippe geliefert[5], Thiede im Braunschw schen deren fünf, und dabei unter andern zwei Fangzähne 11 und 14 Fufs Länge; in einer sumpfigen Gegend bei C ster finden sich solche Knochen in Menge[6], und so an vi andern Orten. Aus der Lage der Schichtungen bei P glaubte Cuvier[7] folgern zu können, dafs die Erde mehr einander folgende Katastrophen erlitten habe, unter denen d

1 Münchner Denkschr. 1811. S. 89.

2 Epistola de sceleto elephantino, Tonnae nuper effosso. G 1696.

3 Lichtenberg's Mag. Th. III. St. 4. S. 1. Lettres sur les os siles d'éléphans et de rhinocéros qui se trouvent en Allemagne. Dar 1783. (Vom Kriegsrath Merk.)

4 Museum des Wundervollen. Th. II. St. 3.

5 V. Leonhard mineralogisches Taschenbuch. Th. XV. S. Th. XVIII. S. 651.

6 Mitchil in Journ. de Phys. T. XCII. p. 291.

7 Mém. de l'Instit. T. IX. p. 70.

die letzte war, bei welcher die Mammute umkamen, Hypothese, welche sehr im Einklange steht mit der That-, dafs am Einflusse des Vilhoui in die Lena, oben im lichen Sibirien, durch den Tungusenchef SCHUMACHOF vollständiges, noch mit Fleisch, Haut und Haaren versehenes Exemplar im Eise des dort stets gefrorenen Bodens gefunden wurde. ADAMS[1], Aufseher des Naturaliencabinettes zu Petersburg, kaufte es und liefs es skeletiren. Das Thier hatte lange, krause, wollige Haare, eine Mähne, keinen Rüssel und keinen Schwanz, das Skelett ist 4 Arschinen hoch und von der Nase bis zum Schwanzbeine 7 Arschinen lang, der eine Zahn hatte 15 F. Länge, beide wogen 400 ℔. und waren den Jakuten für 50 Rubel verkauft worden. Später sind noch mehrere, minder vollständig erhaltene Exemplare gefunden worden, unter andern eins am Ufer des Eismeers, wovon der Schiffscapitain PAPATOFF eine Probe der 3 bis 4 Zoll langen, dicken, krausen, grauschwärzlichen Haare erhielt[2]; auch ist jenen Gegenden bekannt, dafs solche Reste vorhanden sind, die dortigen Völkerschaften gehn darauf aus, sie zu suchen. Sogar im ewigen Eise der Nordküste von America, in der Eschscholzbai, fanden die Naturforscher der ersten, unter KOTZEBUE gemachten Entdeckungsreise Mammutknochen[3], auch sind später durch Capitain BEECHEY zwei Zähne von der Westküste America's aus der Nähe dieser Bai mitgebracht worden. Alle diese Thatsachen, wozu noch der Umstand kommt, dafs es wahrscheinlich mehrere Species dieser Thierart gab, machen begreiflich, wie man zu den verschiedenen Hypothesen veranlasst wurde, um erklärlich zu finden, auf welche Weise die Thiere in einem solchen Zustande dort erhalten worden seyn möchten[4], wonach man sie bald den tropischen, bald kälteren Regionen zugehörig, zuweilen für noch lebend vorhanden hielt. Es lassen sich sowohl für das Eine als auch für das

1 Programme d'invitation à la Séance publique de la Soc. Imp. des Naturalistes cet. par G. de FISCHER. 1808. 4. Henke's Museum. III. St. 4. Braunschweig. Mag. 1811. St. 33. u. a. a. O.

2 TILESIUS in Mém. de Petersb. T. V. p. 406.

3 KOTZEBUE's Reise. Th. III. S. 171.

4 V. ZACH monatl. Corr. Th. I. S. 21. PALLAS in Comm. Pet. T. VII. CUVIER in Ann. du Mus. d'Hist. Nat. T. VIII. G. LVII. 302. Brugnatelli Giorn. 1810 u. v. a.

Andere gewichtige Argumente geltend machen, deren Erö-rung aber nicht hierher gehört.

2) Ueberreste des *Rhinoceros* sind zwar minder zahl- aber fast ebenso weit verbreitet gefunden worden. So wur- J. 1751 ein vollständiges Gerippe bei Osterode ausgegraben an HOLLMANN nach Göttingen gesandt[1], ein zweites von selben Stelle kam 1809 an das Museum der naturhistori- Gesellschaft in Hannover, und überhaupt sind dort viele G- rippe in Verbindung mit andern petrificirten Knochen von ren u. s. w. gefunden worden[2]. Merkwürdig ist, dafs bei P- mouth eine Menge Rhinocerosknochen in Lehm sich in ei- ringsum mit festem Gestein umschlossenen Höhle befand[3], Erscheinung, die man mehrmals beobachtet haben will, n- lich dafs grofse Mengen von Petrefacten in einer Umgeb- von Stein lagen, die keinen Zugang von aufsen hatten, dafs es daher räthselhaft schien, wie die Thiere lebend eingekommen seyn möchten. Man findet die Rhinoceros- chen meistens mit Mammutknochen vereint, wie zu Can- und Thiede[4], und übereinstimmend mit dem oben bereits wähnten Vorkommen des Mammut sah PALLAS[5] ein g- aber etwas beschädigtes Exemplar, welches 1771 im gefro- Sande am Wilhui in 30 Fufs Tiefe ausgegraben worden w-

3) Das *Dinotherium*, ehemals *Tapir* genannt, wov mehrere Species unter verschiedenen Namen vorkommen, r- senmäfsig, dem Elephanten an Gröfse nahe kommend, v von sich Ueberreste bei Comminge und Vienne im Delphin- vorzüglich aber zu Eppelsheim bei Darmstadt gefunden hab- In den Gypsbrüchen bei Paris will CUVIER Reste von Species gefunden haben, die von der Gröfse eines Kaninch-

1 Comment. Soc. Gott. T. II.

2 BLUMENBACH in G. XLV. 425.

3 G. LVII. 302. BUCKLAND bezweifelt diese Angabe. Die Ha- frage ist, ob festes Gestein oder nur Erde die Eingänge der Höl- verschliefst, auch kann die anscheinend feste Felsart aus Tropfs- bestehn.

4 Ebend. LVIII. 120. Geschichte der Entdeckung, auch D- stellung des geognostischen Vorkommens der bei dem Dorfe Th- gefundenen merkwürdigen Gruppe fossiler Zähne und Knochen urwe- cher Thiere. Von CARL BIELING. 1818. 4.

5 Voyage. T. V.

an der eines Pferdes übergehn und sich blofs durch die ihrer Fufszehen unterscheiden.

4) Das *Riesen-Elen* zeichnet sich durch die enorme seiner Geweihe aus. Bei einem in Irland gefundenen plare, wo sie, wie in Italien, am häufigsten vorkommen, der Schädel eine Elle breit und die Spitzen des etliche schweren Geweihes standen 14 Fufs auseinander[1].

Endlich giebt es noch eine Menge Ueberreste von Thieder Vorwelt, die den jetzt lebenden im hohen Grade gleiund von denen man daher annehmen kann, dafs sie zu noch vorhandenen Species gehören. Solche sind

1) das *Hippopotamus* oder Nilpferd, kleiner als diejenidie man im Innern von Africa findet.

2) Die *Urstierarten*, wovon sich zahlreiche Ueberreste Ofleben, im Rheinthale und sonst in Deutschland, so in Frankreich, England und Italien finden, müssen dem Rindvieh im hohen Grade ähnlich gewesen seyn, jezeichnen sich einige der ausgegrabenen Reste, namentdie Hörner, durch ihre Gröfse sehr aus. Nach einem bei gefundenen Exemplare nannte Blumenbach das Thier Urstier und nahm an, dafs die jetzt lebende Species abstamme. Das eine Horn wog 6 ℔., das andere 8 ℔. Loth und war 2 Fufs 3,5 Zoll lang; bei einem schönen, ardi angehörigen Exemplare in Mailand mifst der Knodes Horns unten 14 Zoll, der Raum zwischen den beider 43 Zoll 3 Lin., zwischen den Wurzeln 14 Z. Lin. und die Länge des einen 19 Z. 6 Linien. Bei einem im Jahre 1772 in der Tiber gefundenen kolossalen beträgt die Breite des Schädels zwischen den knöen Axen beider Hörner 2 Fufs 2 Zoll und die Krümg des einen Horns 4 Fufs. Inzwischen sind nicht alle del von so enormer Gröfse, manche vielmehr übertreffen der ungarischen Ochsen nicht und viele sind selbst klei-. Namentlich in Irland, aber auch in Frankreich und in igen Ländern, findet man Reste dieser Thiere nicht selin Torfmooren.

3) Knochen von *wilden Schweinen* und *Pferden*, denen

---

1 Philos. Trans. T. XIX. p. 489.

der jetzt lebenden gleichend, findet man zahlreich zwi Elephanten- und Rhinocerosknochen in aufgeschwemmter

4) Vorzugsweise zahlreich finden sich in Höhlen chen von einer Species des Bären, den man deswegen lenbär (*ursus spelaeus*) genannt hat, von Löwen, Tiger Hyänen. Namentlich hat man in den Baireuth'schen und Harzer Höhlen, so wie in verschiedenen in England, Frank und Italien eine Menge von Knochen dieser Thiere gefunden, über jede Vorstellung hinausgeht. Bei der Gailenreuther ist der Boden mit allerlei Gerippestücken bedeckt, die Fe wände sind damit durchflochten und in der Tiefe her noch jetzt ein Modergeruch. Namentlich sind in einem nen Bezirke einer Nische 180 meistens ganze Schädel des lenbären und Zähne in solcher Menge gefunden worden, man die Zahl der daselbst umgekommenen Thiere auf 350 sch kann. Hiernach glaubt DE LUC[1], dafs diese Thiere, Knochen man unglaublicher Weise mit einer ebenso gr Menge von Skeletten grasfressender Thiere vereinigt fi durch eine Fluth zusammengeschwemmt seyn müfsten, mit seiner Idee von einer allgemeinen Sündfluth zusam fällt, BUCKLAND[2] dagegen stellt in seinem gehaltreichen W ke nach den Erfahrungen, die er in England, namentlich der Höhle zu Kirkdale, gemacht hat, die Hypothese auf, di Raubthiere, vorzüglich die Hyänen, hätten ihrer noch je statt findenden Gewohnheit nach die grasfressenden Thi bei längerem Aufenthalte als Beute hineingeschleppt, wo der Umstand spricht, dafs die meisten Knochen der letzt zerbrochen sind; nach einigen Erscheinungen, die sich einer unweit Lüttich gefundenen grofsen Menge von Pet facten darbieten, fühlt man sich geneigt anzunehmen, dafs sämmtlichen Knochen in vielen Fällen durch fliefsendes Wa ser zusammengespült worden sind.

5) Als eine eigene Classe thierischer Ueberreste aus Vorzeit dürfen die vielen Knochen betrachtet werden, die si in der *Knochenbreccie* im Felsen von Gibraltar, auf Corsi an der europäischen Küste des mittelländischen Meeres, Itali

1 Lettres adressées à M. Blumenbach. L. IV. p. 218.

2 Reliquiae diluvianae cet. sec. edit. Lond. 1826. 4. Pracht mit Kupfern.

matiens höchst zahlreich finden. Sie sind noch sehr lten, zum Theil blofs calcinirt, gehören einer Menge dener Species an, von denen jedoch keine dort jetzt end gefunden wird, auch sind sie mit keinen Versgen von Seethieren vermengt.

steinerte Menschenskelette, *Anthropolithen*, giebt es obgleich mehrere Ueberbleibsel von Menschenknochen t, calcinirt und von metallischen Stoffen durchdrungen n werden[1]. Dahin gehören unter andern die von er durchdrungenen Skelette in den Katakomben auf nd Cephalonia[2]. Am meisten scheinen die merkwürauf Guadeloupe gefundenen, in einem verhärteten Kalkelsen eingeschlossenen, sehr gut erhaltenen menschlierippe zu den wirklichen Versteinerungen zu gehören[3]. nze menschliche Gestalt ist bei diesen so wohl erhalafs die Knochen keiner sonstigen Thierart zugehören , wie bei manchen andern hierzu gezählten der Fall irfte. Die Eingebornen nennen diese Versteinerungen wodurch nach König die Caraiben bezeichnet werden, jener Insel ihre Todten zu beerdigen pflegten. Cumeint, es könnten Leichen von Menschen seyn, die rlittenem Schiffbruch ans Ufer geschwemmt wurden, rweist aus der Neuheit des Gesteins, dafs ihr Ursprung seyn müsse, als die von ihm angenommene letzte Kahe der Erde. Hiermit stimmt v. Chamisso[5] im Ganerein, weil die einschliefsende Steinart ein aus Bruchn von Seegeschöpfen, Sand, Thon u. s. w. entstandeneres Gebilde ist, demjenigen ähnlich, woraus manche gsten Südseeinseln bestehn. Entschieden neueren Urn sind auch die in Indien in Kalktuff, Morrum genannt, rabenen Abdrücke menschlicher Körper[6]. Incrustirte,

---

[1] ...mering de corp. hum. fabrica. T. I. p. 90. Vergl. Kefer- v. Leonhard und Bronn Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. . 40.

[2] Annals of Philos. 1816. Aug. V. Leonhard und Kopp Propäder Mineralogie. S. 230.

[3] König in Philos. Trans. 1814. p. 107. Journ. de Phys. T. . p. 195. G. LVIII. 198.

[4] Die Umwälzungen der Erdrinde u. s. w. Th. I. S. 118.

[5] V. Kotzebue's Reisen. Th. III. S. 31.

[6] Edinburgh Phil. Journ. N. XXIV. p. 409.

ist, je häufiger sich Uebergänge von bituminösem Hol Braunkohlen und Steinkohlen zeigen, welche beide le Arten nur wenig verschieden und höchst wahrscheinlic einander übergegangen sind. Dieses beweist der Um dafs man noch wohl erhaltene Bäume in wirklichen Stei lenlagern, wie unter andern noch neuerdings in Engl 1100 F. Tiefe, gefunden hat[1]. Ueber den Ursprung der B kohlen aber aus verschütteten, vermuthlich auch durch oder minder starke Hitze umgewandelten Pflanzen kann Zweifel obwalten, denn wenn auch einige von wirkl Steinkohlen nicht zu unterscheiden sind, so zeigen da andere genau die Textur des Holzes und der Pflanzen, denen sie gebildet wurden, mit so kenntlichen Gestalten, man sogar die Arten und Species zu unterscheiden mag[2].

Um aus der grofsen Menge der sonstigen fossilen Ue reste einer frühern Pflanzenwelt mindestens einige Bei anzuführen, mögen die kenntlichen Abdrücke dienen, die im Schieferthon und Thoneisenstein, im Oeninger Stinkse fer, im Sandstein bei Edinburg und an andern Orten, in Grauwacke bei Clausthal und sonst verschiedentlich fi Zu Monrepos bei Lausanne fand man in einem gespalte Felsen ein wohlerhaltenes Blatt einer niedrigen Palme o Stacheln, derjenigen ähnlich, welche im südlichen Italien u in Spanien wächst[3]. Interessant sind vorzugsweise auch d grofsen versteinerten Bäume, die sich z. B. im Kiffhäuser Niedersachsen, in Ostindien und selbst in Africa[4], kurz allen Gegenden der Erde finden. Man hat deren bis 60 lang und 7 F. dick gefunden, bald liegend, bald aufrec stehend oder in geneigter Lage, ja selbst mit einem oder be

1 Nach öffentlichen Blättern.

2 Es ist hier nicht der geeignete Ort, in die weitläuftigen u schwierigen Untersuchungen über den Ursprung der verschieden fossilen brennbaren Körper und die Umwandlung der einen in d andern, namentlich durch Einwirkung von Hitze und Druck, ein gehn, vielmehr genügt es zu bemerken, dafs auf jeden Fall der l weitem gröfste Theil seine Entstehung verschütteten Vegetabilien ve dankt.

3 G. LXVII. 105.

4 V. Leonhard's Taschenbuch 1813.

den aus dem sie einschliefsenden Felsen hervorragend. m und Kies eingeschlossen, neben Mammut- und anhierknochen, werden sie in der Richtung der Flüsse in ufsland gefunden[1]. In den Bleiminen von Durham fossile Bäume ausgegraben, einer 22 Z. dick und von mbarer Länge; ein zweiter lag 4 Fufs davon, und so 5ten, welcher 3 F. im Durchmesser hatte[2]. Völlig andelt, aber dennoch aus der Form hinlänglich kennnd die *Frankenberger Kornähren*, der Staarstein, der al u. s. w. Sehr merkwürdig endlich sind die in Engefundenen Baumreste, die zum Theil in Stein, zum Theil le umgewandelt wurden.

etrachtet man die Petrefacten im Allgemeinen, so giebt m irgend ein Land, wo deren nicht gefunden werden. ist im Ganzen noch zu unbekannt, als dafs man über e zu urtheilen vermöchte, indefs fand Lichtenstein[3] dort auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung versteinerte , und sogar von Neuholland, welches noch so wenig t ist, sandte Pentland[4] eine Sammlung fossiler Knon Cuvier. In Asien und America findet man Versteien in Menge, am meisten aber in Europa, wo man ngsweise gesucht hat, und sie reichen selbst bis zum n Norden, den beeisten Küsten Grönlands und Sibiriens. chen finden sich nicht alle Arten von Versteinerungen an Orten vereint oder ohne Ordnung durch einander liegend, hr zeigt sich ein gewisses Verhältnifs zwischen dem Alter tergegangenen Thiere und dem Alter der ihre Reste einschlien Felsarten, insofern die ältesten Gebirgsformationen auch hesten und danach anscheinend ältesten Thierarten einfsen, die Skelette von Säugethieren dagegen sich blofs r äufsersten Kruste der Erde finden. An einigen Orten die Versteinerungen, namentlich der Seethiere, in wahrngeheurer Menge aufgehäuft, wie unter andern bei Götund in dem Gebirgszuge, welcher sich vom Harze bis

Kornizis in Amer. Journ. of Sc. and Arts T. VI. p. 398. Nögber aufrecht in Gebirgsgestein eingeschlossene fossile Baum. Bonn 1819 u. 21. 2 Hefte.
Pattinson in Philos. Mag. and Ann. T. VII. p. 185.
Dessen Reisen. Th. I. S. 151.
Edinburgh New Phil. Journ. N. XXVII. p. 120.

an die Weser auf 15 Meilen Länge und von verhältnis-
ger Breite hinzieht. In der Schweiz ist der ganze Pilat
bis oben hin mit Petrefacten angefüllt, und ebenso ist
Aetna, in den Apenninen und den Pyrenäen, überh
den mächtigen Lagern des Muschelkalkes und Gryphit
kes. Man rechnet die Masse der in Touraine vorhan
Versteinerungen auf 1266 Millionen Kubiktoisen und d
halt eines einzigen Lagers daselbst beträgt nach Reaumu
Millionen Kubiktoisen. Breislak[1] schätzt die Menge
Deutschland vorhandenen fossilen Elephanten auf 200,
Rhinocerosse auf 30. In America fand v. Humboldt
unermeſsliche Menge Petrefacten, mächtige Lager, wi
Hainberge unweit Göttingen, bei Jena u. s. w. Insbes
sind die Petrefacten der Seegeschöpfe sehr gut erhalte
liegen oft in so regelmäſsiger Ordnung, daſs man sie
mälig in einem flüssigen Medium niedergesunken ansehn
ganz verschieden von den neuern Formationen aus See-
Landmuscheln, die v. Humboldt in America durch d
wegte Meer nicht höher als 30 bis 40 Toisen und nich
ter als 5 bis 6 Meilen von der Küste aufgehäuft fand,
durch Lamark's Hypothese widerlegt wird, daſs nämli
Meer sich allmälig zurückgezogen und seine Bewohne
den trocknen Stellen zurückgelassen habe[2].

Vorzüglich haben die unglaublichen Höhen, bis zu
chen die Petrefacten reichen, die Aufmerksamkeit der N
forscher rege gemacht. In Savoyen fand de Luc noch
monshörner in 7844 Fuſs, am Aetna reichen sie bis 2400
auf dem Mont-Perdu bis 10000 Fuſs, auf dem Jungfrau
bis 12000 Fuſs[3], die versteinerten Fische vom Cap lage
5000 Höhe, die Knochen des Mastodon reichen bis 890
und versteinerte Muscheln fand Ulloa bis 13352 F., v. H
boldt in Südamerica bis 13200 Fuſs, bei Dabah im
malaya-Gebirge aber sind Knochen von Pferden und
schen in 16000 engl. F. Höhe über der Meeresfläche ge

1 Institut. Geolog. T. II. p. 344.

2 Nach der neuern geologischen Hypothese sollen bekannt
die Berge von innen herauf gehoben worden seyn, und hiernach
den viele früher ganz unbegreifliche Umstände leicht erklärlich.

3 Breislak Instit. Geol. T. II. p. 391.

Es wird dieses noch auffallender durch den Gegensatz
efe, bis zu welcher man gleichfalls Reste der Vorwelt
. Ein Pflanzenabdruck der Blumenbach'schen Samm-
vurde 160 Lachter tief in der Grube Dorothea gefunden,
n fand Versteinerungen auf dem Grunde des adriati-
Meeres, das fossile Caoutchouc wurde zu Chastletown
tief unter der Oberfläche der Erde gefunden, und in
rland sollen 2000 Fufs tief unter der Meeresfläche Ab-
von Pflanzen ausgegraben worden seyn[2]. Um zu begreifen,
hr diese Thatsachen bei ihrer Entdeckung auffallen mufs-
arf man nur berücksichtigen, dafs nach den früher sehr
ein herrschenden Ansichten die paradiesisch ausgestattete
urch eine allgemeine Sündfluth ihre Bewohner verloren
sollte, deren Reste man in den Petrefacten wiederzu-
glaubte, und hiernach mufste das Wasser so hoch über
rge gegangen seyn, als sich Petrefacten finden, was sich
schwer erklären liefs, man mochte den Ursprung die-
assermasse oder die Orte, wohin sie sich wieder zurück-
n habe, nachzuweisen versuchen. Nimmt man dagegen
h die Berge von innen herauf durch vulcanische Kräfte
n worden sind, so fällt diese Schwierigkeit weg, doch
noch andere, die schwerer zu beseitigen sind, weil ihre
ng die Annahme eines andern Zustandes der Erdkruste,
r gegenwärtige ist, fordert.

uffallend ist zunächst die Gröfse mancher Thiere, deren
versteinert gefunden werden. Bei den Seethieren ist
weniger der Fall, als bei Landthieren, da das Meer noch
esenhafte Geschöpfe in Menge nährt; doch bleiben die
mhörner von der Gröfse eines Wagenrades bei ihrer
ichung mit den ähnlichen sehr kleinen, noch jetzt le-
Exemplaren immer merkwürdig. Unter den Landthie-
ertreffen die Knochen und hauptsächlich die Zähne des
on und *des Mammut* meistens die der gröfsten jetzt
n Elephanten, deren Zähne aufserdem von ungleich
rer Gröfse sind. Ein bei Canstadt gefundener Mammut-
ll 6 Centner gewogen haben, während der gröfste eines
von Ceilon nur 175 Pfund wiegt; nach der Gröfse

UCKLAND Reliqu. diluv. Lond. 1826. p. 228.
. LEONHARD u. s. w. Propädeutik der Mineralogie. S. 198.

jenes Zahnes aber wird das Gewicht des Kopfes auf 18 C ner geschätzt[1]. Ein bei Verona gefundener Zahn, wel unten zwei Fufs fehlen, hat dessenungeachtet jetzt no Zoll im Umfange[2]. Ein Geweihe des Riesen-Elen gegen zwei Centner und die Endspitzen stehn 14 Fufs einander, ein bei Ofsleben gefundenes Horn des Urstiers 6 Pfund, ein anderes wiegt 8 Pfund 3 Loth und ist 2 F. lang, und solcher Beispiele giebt es viele, woraus man fsen mufs, dafs die schaffende und ernährende Kraft der in jener Urzeit ungleich stärker war, als jetzt[3]. Sowohl ser Umstand, als auch verschiedene andere Gründe setz aufser Zweifel, dafs die Temperatur der Erdkruste und Oberfläche früher ungleich höher war, als sie gegenwär wenn anders nach überwiegenden Gründen die jetzt ve nert gefundenen Thier- und Pflanzenreste Bewohnern de gen Gegenden angehörten, wo wir sie in neuerer Zeit g den haben. Vorzüglich fand man unerklärlich, wie das mut an die nördlichen Küsten Sibiriens kommen u schnell im Eise begraben werden konnte, dafs selbst die cheren Theile desselben unzerstört blieben, um so meh man Grund zu haben glaubte, dasselbe, wie Elephas Rhinoceros, für ein tropisches Thier zu halten. Von der teren Idee kam man zurück durch die Betrachtung, dafs Thier mit seinen dicken, wolligen Haaren auch einem k ren Klima zugehört haben könne, aber wie diese Thier zahlreich Jahrhunderte hindurch im Eise erhalten werden k ten, bleibt noch räthselhaft. Zur Lösung dieser Aufgabe n man zu verschiedenen Hypothesen seine Zuflucht, z. B. sie sich bei plötzlich einbrechendem Winter nach Norden verlaufen haben oder durch mächtige Fluthen der in das P meer mündenden grofsen Flüsse Sibiriens hergeschwemmt wo seyn könnten; Viele blieben bei den Wirkungen einer ei

---

1 G. LVII. 310.

2 Breislak Instit. Geol. T. II. p. 340.

3 Beispielsweise möge hier die Nachricht erwähnt werden, man bei Blaquemine Ueberreste eines grofsen, vielleicht antedil nischen Thieres ausgegraben habe, dessen ganze Länge aus Knochen auf 250 engl. Fufs geschätzt wurde, wenn anders das zu den Balänen gehörte, wie man vermuthete. S. Froriep Not 1826. S. 20.

ofsen Meeresfluth von Süden oder Südwesten her stehn, noch verschiedene andere Erscheinungen hindeuten statt dafs G. Bischof[2] sinnreich eine Senkung der en Küsten und ein Ueberströmen des beeisten Po- s wahrscheinlich zu machen sucht. Hierüber zu ent- mufs jedoch der Zukunft vorbehalten bleiben, wenn ehrere und scharf geprüfte Erfahrungen eine nähere nng zulassen. Unter den Pflanzenabdrücken findet lbst unter höhern Breitengraden viele tropische Ge-, namentlich Palmen; es hat sich aber später gezeigt, ht alle hierzu gehören, allein durch genauere Bestim- hat namentlich Brongniart nachgewiesen, dafs die te allmälig erkaltet seyn mufs, weil die höher gela- Vegetabilien, so wie einige Thierclassen, minder Klimaten zugehören[3]. Unter die bekanntesten hierbei cksichtigenden Thatsachen gehört das Auffinden fossi- chen von Löwen, Tigern und Hyänen unter höhern des Gavials, welches blofs den grofsen Flüssen unter hen Zone angehört[4], und das Ausgraben von Holzar- len englischen Kohlenminen, die nach St. Helena und n gehören[5]. Man hat an der Wolga in Wetzstein deltes Holz gefunden, welches von ganz gleichen Wür- nagt ist, als die das Pfahlwerk in Ostindien anbohren; aus umgewandelten Pflanzen gebildeten Lager von Erde unweit Cöln hat man Bäume von 2 Fufs Durch- nd 8 bis 10 Fufs Länge gefunden, die den Palmen sind; im Jahre 1809 aber grub man bei Bagnelot ei- ntlichen Palmbaum aus und einen gleichen bei der uf Montmartre, welcher zwischen versteinerten Mu- nd Schnecken lag[6].

der Untersuchung dieses Gegenstandes darf endlich stand nicht übersehn werden, dafs so verschiedenartige

eber die Unzulässigkeit dieser Hypothese äufsert sich schon en in G. XLV. 426.
ergl. *Temperatur*. S. 576.
nnales des Sciences natur. T. XV. p. 225. Poggendorff's . 389. Vergl. oben *Temperatur*. S. 572 ff.
ömmering in Münchener Denkschr. 1817.
umenbach in Gött. gel. Anz. 1813. S. 207.
urn. de Phys. T. LXI. p. 230.

Petrefacten an einem und demselben Orte und obendrein in unglaublicher Menge vereint gefunden werden. Bei Ca und Thiede finden sich Knochen vom Mammut, von Hy und Hirschen zusammen, so wenig zerbrochen und au Weise gelagert, die auf ein Herbeischwemmen durch W schliefsen läfst. Inzwischen zeigen sich so wohl erhalte die in aufgeschwemmter Erde gefundenen Gerippe, z. Canstadt, Thiede, Osterode, Burgtonna u. s. w., statt da in Höhlen vereint gefundenen Knochen selten unversehrt dagegen gänzlich zerstückelt sind. Hierauf hat vo lich Buckland in seinem mehrgenannten classischen W nach den Erfahrungen aufmerksam gemacht, die sich ih der Untersuchung mehrerer Höhlen in England, nam der zu Kirkdale, darboten. Die dort vereint gefundenen chen gehören nach ihm folgenden Thierclassen an: 1) Carnivoren, als Hyäne, Tiger, Bär, Wolf, Fuchs, W und eine unbekannte Wolfsart; 2) vier Pachyderme Elephant, Rhinoceros, Hippopotamus, Pferd; 3) vier R nantien, als Ochse und drei Species von Hirsch; 4) dr gern, als Maus, Kaninchen und Wasserratte; 5) versc nen Vögeln, als Rabe, Taube, Lerche und eine klei Ente. Fast alle Knochen, einige gröfsere ausgenommen, gänzlich zerstückt, so dafs man kein Skelett daraus zusam setzen kann. Die gröfste Menge der Zähne gehört der Hy und den Ruminantien an. So besitzt Gibson unter dern 300 Hyänenzähne, die 75 dort vereinten Indivi angehört haben müssen. Von der grofsen Tigergattung man blofs zwei grofse Hundszähne, jeden 4 Zoll lang, einen Backenzahn, welcher jeden eines grofsen Löwen bengalischen Tigers bei weitem an Gröfse übertrifft; ferne nen Schädel des *ursus spelaeus*, viele Zähne vom Wolf Fuchs und andere von einem unbekannten, einem kle Wolfe gleichenden Raubthiere, am häufigsten aber waren Zähne der Wasserratte. Auch Hörner wurden daselbst gef den, unter andern eins dem Geweihe eines Hirsches ähn welches an der Basis 9,75 Zoll im Umfange hatte und d an Gröfse dem eines grofsen Rothhirsches gleich kommt.

1 Reliquiae diluvianae, or Observations on the organic Rem contained in caves cet. Lond. 1823. 4. mit vielen Kupf. 2d. ed. Lo 1826. 3d. ed. Lond. 1828. Vergl. Philos. Trans. 1821. P. I. p. 171

Um diese verschiedenen Thatsachen zu erklären, hat Buck- die Hypothese aufgestellt, die Höhle sey eine in ural- [illegible]it vorhanden gewesene, die anhaltend von Hyänen be- [illegible]t worden, und diese hätten dann andere Thiere zu ih- [illegible]ung hineingeschleppt. Als ein Argument hierfür läfst [illegible]führen, dafs zugleich viele kalkhaltige Excremente, al- [illegible] knochenfressenden Thieren und denen der Cap'schen [illegible] ähnlich, gefunden wurden. Die namentlich in Africa [illegible]ischen Hyänen haben allerdings die Gewohnheit, in [illegible] zu wohnen und Thiere, selbst ausgescharrte mensch- [illegible] Leichname hineinzuschleppen und zu verzehren. Nach [illegible] war die Hyäne der Urwelt um ein Drittel gröfser, als die [illegible] in Abyssinien, glich aber mehr der vom Cap; die [illegible] der gröfsten noch lebenden beträgt 5 Fufs 9 Zoll. In [illegible]hle zu Kirkdale sind aber nicht blofs die Knochen der [illegible] Thiere, sondern auch die der Hyäne zerbrochen, [illegible] Buckland folgert, dafs auch diese Thiere von andern Geschlechts, vermuthlich erst nach dem Tode, gefressen [illegible] seyn müfsten, was mit einer Nachricht von Browne [illegible] Reise nach Dar-Fur übereinstimmt, wonach eine ver- [illegible] Hyäne von den übrigen sofort zerrissen wird. Hier- [illegible]üfsten also alle Thiere, sowohl die grasfressenden, als die Carnivoren und die verstorbenen Hyänen selbst von [illegible]lebenden in die Höhle geschleppt und verzehrt worden, die [illegible] also eine geraume Zeit von Hyänen bewohnt gewesen seyn, [illegible] Knochen sowohl jüngern als auch ältern Thieren dieser [illegible]gehören und in verschiedenen auf einander folgenden Perio- [illegible]it der schlammigen Erde bedeckt worden zu seyn scheinen, in [illegible]er sie sich jetzt gelagert befinden. Zugleich mufs jedoch [illegible]kt werden, dafs diese, wie so viele andere Knochen [illegible] eigentlich in Stein verwandelt, sondern nur calcinirt [illegible], wie nicht selten die aus Gräbern, und Buckland meint [illegible], sie könnten in manchen Fällen nicht wohl anders, als [illegible] grofse, mehrmals wiederkehrende Fluthen, die von Osten [illegible] Westen strömten, zusammengeführt worden seyn.

Endlich findet man auch Petrefacten von Land- und See- [illegible]schöpfen vereint[1]. In Mailand befindet sich ein zu Piacenza [illegible]ndener Schulterknochen eines Rhinoceros, an welchem

---

1 Bakewell Inst. Geol. T. II. p. 393.

dicht verwachsne Seemuscheln festsitzen. Nach Pallas
gen in Sibirien Elephantenknochen mit Wallfischgeripp
eint, und ebendieses ist der Fall in den Hügeln bei Pi
Lapeyrouse[2] fand zwischen versteinerten Seegeschöpf
dem Mont-Perdu viele in Pechstein verwandelte K
großer Landthiere. Außerdem hat man folgende wohl
rücksichtigende Umstände beobachtet. Wenn gewisse V
rungen in einer bestimmten Erdschicht vorkommen
einer hiervon abweichenden nicht mehr vorhanden
zeigen sie sich abermals, wenn über dieser noch eine
der ersten ähnliche Schicht folgt. Ferner liegen die
chen Petrefacten in der ihnen eigenthümlichen Erdsch
ten am häufigsten, nehmen nach oben hin ab und ver
den an der Grenze gänzlich. Hieraus ergiebt sich
dafs die äufserste Kruste der Erde, wo nicht überall,
einzelnen nicht unbedeutenden Strecken mehrmals ab
vom Meere bedeckt war und wieder trocken gelegt w
die mehrfach wechselnden Erdschichten bei Paris, auf
sel Wight und an der Südküste Englands, in denen si
Ueberreste von Seethieren, bald von Bewohnern süfs
wässer finden, geben den Beweis, dafs jene Gegenden
schiedenen Perioden abwechselnd vom Meere und von
sammeltem süfsem Wasser bedeckt waren. Zum The
sich dieser Umstand zwar aus der Annahme von Ueber
mungen erklären, die durch starkes Anschwellen der
erzeugt wurden, in manchen Fällen mufs man jedoch
zu abwechselnden Hebungen und Senkungen mancher L
strecken seine Zuflucht nehmen, deren einige sich auch i
historischen Zeit nachweisen lassen und die vermuthli
der Urzeit, als unser Erdball seine jetzige stabile Besch
heit noch nicht erhalten hatte, häufiger und in kürzere
rioden erfolgen mochten.

M.

---

1 Mém. de Petersb. 1755.

2 Ann. des Mines. N. 87.

Versuch.

Experimentum; Expérience; *Experiment*.

Art. *Beobachtung* ist bereits vieles Hierhergehörende, auch der Unterschied angezeigt worden, welcher im ...nen zwischen *Beobachtung* und *Versuch* statt hat. Verf. jenes Artikels hat damit sehr zweckmäfsig die Dar... der (durch Versuche oder Beobachtungen zu finden... ...gesetze auf mathematischem Wege und auch die Grundzüge der „Methode der kleinsten Quadrate" ver... Wir wollen hier und in dem spätern Artikel ...*einlichkeitsrechnung* zu dem oben erwähnten Artikel ...ige in vielen Fällen nützliche und selbst nothwen... ...erkungen nachtragen.

A. Versuch und Beobachtung.

...merken wir zuerst den wesentlichen Unterschied der ...ode, durch welche sich die sogenannte physische ...urwissenschaft von den exacten, z. B. von der Ma...tik, unterscheidet. Die reine wissenschaftliche Geometrie ...nicht, ob ein geradliniges Dreieck ein reelles, in der ... Natur wirklich vorhandenes Ding ist. Allein sobald ... *Begriff* eines solchen Dings in unserm Geiste auf..., fühlen wir uns auch schon *gezwungen*, die Summe ...i Winkel desselben gleich zwei rechten Winkeln zu ... Wer immer diese Eigenschaft des Dreiecks leugnen ..., müfste zugleich die Möglichkeit des Begriffs eines ...cks überhaupt leugnen; er müfste sich, nicht etwa mit ...ufsern Natur und ihren Erscheinungen, die hier nichts ...eiden, sondern er müfste sich mit sich selbst, mit sei...sten Begriffen in directen Widerspruch setzen. In den ...wissenschaften aber, z. B. in der Physik oder der Astro..., ist dieses ganz anders. Hier spielen die Erschei...n der Natur, wie sie sich unsern Sinnen darstellen, und ...obachtungen derselben eine sehr wichtige Rolle, ja sie ...igentlich die Gegenstände selbst, mit welchen es diese

Wissenschaften vorzugsweise zu thun haben. Der Z derselben ist die Kenntnifs der Natur, ihrer Wirkungen wohl, als auch vorzüglich der Regeln und Gesetze, nach chen diese Wirkungen vor sich gehn. Dazu genügt aber der blofse *Begriff*, den man sich, wie oben beim Dr aufs Gerathewohl entwirft und dann zusieht, was man aus diesem Begriffe alles herausfolgern kann, wie es z. griechischen Philosophen gemacht haben, die ebendes auch in ihrer Physik so weit zurückgeblieben sind, so dazu gehört vor Allem *Erfahrung*. Diese Erfahrung ab zweierlei Art. Man kann erstens die Erscheinungen, wi sich eben in der Zeit und in dem Raume darstellen, b ken und notiren, ohne sie selbst auf irgend eine Weise beirufen, modificiren oder beherrschen zu wollen, und Act wird *Beobachtung* genannt. Man kann aber auch tens, zuweilen wenigstens, solche Erscheinungen selbst he rufen, die Ursachen derselben erzeugen, eigene Kräfte Agentien in Bewegung setzen und dieselben willkürlich absichtlich combiniren, um gewisse Erscheinungen herv bringen, die man näher untersuchen will, und dieser wird *Versuch* oder *Experiment* genannt. Der Physiker, Chemiker macht meistens Experimente, um zu dem gewün ten Resultate zu kommen, der Astronom aber, von dem Gegenstände seiner Untersuchungen zu weit entfernt und aufser seinem Bereiche liegen, mufs sich mit Beobachtungen beg gen. Doch sind beide Verfahrungsarten einander oft sehr ä lich, und zuweilen gehn sie sogar gänzlich in einander üb so dafs der Unterschied zwischen ihnen aufgehoben oder d unmerklich wird. Es würde daher besser seyn, statt die beiden Worte *Experiment* und *Beobachtung* die Ausdrü *active* und *passive Erfahrung* zu nehmen. Doch ist es an messener, auch hier, wie in so vielen andern Dingen, einmal eingeführten Sprachgebrauch beizubehalten.

Es ist merkwürdig, dafs in allen denjenigen Naturwiss schaften, denen die eigentlichen Beobachtungen zu Grunde l gen, die Fortschritte nur langsam, unsicher und unregelmäl gewesen sind, während die eigentlichen Experimentalwiss schaften, einmal erweckt und gehörig geleitet, ihrer Verv kommnung alle sehr schnell entgegeneilen. Die Astronom hat Jahrtausende gebraucht, bis sie die gegenwärtige H

Ausbildung erreichte. Die Lehre von der Natur und den Ursachen der Vulcane, der Erdbeben, der Meteorsteine, der Erscheinung neuer und der Verschwindung alter Sterne am Himmel, endlich unsere ganze Witterungslehre, so viel Zeit und Mühe man auch in allen Ländern darauf verwendet hat, alle diese Gegenstände sind in unsern Tagen um wenig oder nichts besser bekannt, als in den ältesten Zeiten. Dieselbe Astronomie aber, die seit HIPPARCH bis zu KEPLER, durch beinahe siebenzehn Jahrhunderte, nicht viel mehr als still gestanden hatte, fing plötzlich an, raschen Schrittes vorwärts zu gehen, von dem Augenblicke an, wo sie in NEWTON's Hand gleichsam ein Zweig der Mechanik, d. h. einer wesentlich experimentalen Wissenschaft geworden ist. Die Mineralogie war bis zur Mitte des 18ten Jahrhunderts durchaus nicht als eine eigentliche Wissenschaft betrachtet worden; die Beschreibungen, die uns THEOPHRAST und PLINIUS hinterlassen haben, genügen in den meisten Fällen nicht einmal, die Gegenstände, von denen sie sprechen, wieder zu erkennen. Von dem Augenblicke an aber, wo man die Chemie auf die Mineralien anzuwenden begann, und wo BERGMANN die glückliche Idee aufgefafst hatte, sie in bestimmten Richtungen zu spalten und dadurch die primitive Form ihrer Elemente zu finden, ging die Mineralogie von einer blofsen Namenliste zu einer methodischen Darstellung ihres Gegenstandes, von einem blofsen Aggregat zu einem Systeme, zu einer eigentlichen Wissenschaft über.

II. Vorsicht und Entfernung der Vorurtheile.

Da nun die *Erfahrung* als die eigentliche Basis aller Naturwissenschaften anerkannt ist, so mufs uns daran gelegen sein, dieselbe so gut und zweckmäfsig als möglich zu machen. Der gröfste Theil dieser Vorbereitung hängt glücklicherweise von uns selbst ab. Er besteht in der völligen Entfernung und Reinigung des Geistes von allen vorgefafsten Meinungen und Ansichten, in dem festen Entschlusse, mit dem ...sten Resultate des Experiments zu stehn oder zu fallen, und überdiefs in der umsichtigen und streng logischen Ableitung alles dessen, was wir aus diesen Resultaten zu folgern

haben. Die Feinde, mit denen wir hier zu kämpfen h[...] sind die *Vorurtheile*, die uns auch sonst wohl oft gen[...] Leben entgegenstehn. Diese Vorurtheile können in [...] wesentlich von einander verschiedene Classen getheilt w[...] insofern sie nämlich erstens aus unsern Meinungen und [...] tens aus unsern Sinnen entspringen.

Die *Vorurtheile der Meinungen* erhalten wir ent[...] durch unsere eigenen oberflächlichen Ansichten der Gegen[...] oder durch Mittheilung von Andern, deren Autorität w[...] sehr vertrauen, oder endlich vom Herkommen und von V[...] meinungen, die Jahrtausende durch von einer Nation zu[...] dern wandern und dadurch endlich so tiefe Wurzeln i[...] schlagen, dafs selbst ein leiser Zweifel daran schon un[...] lich, oft sogar strafbar erscheint. Hierher gehört z. [...] Meinung, dafs die Erde der gröfste Körper des Weltalls [...] dafs alle andere Himmelskörper nur ihretwegen da s[...] dafs diese Erde im Mittelpunct des Universums unbew[...] stehe; dafs das Feuer seiner Natur nach aufwärts steige; d[...] Mondlicht kalt sey; dafs der Thau aus der Luft herab[...] u. dgl. m. Das einzige Mittel gegen solche Vorurtheile[...] in den Beobachtungen selbst und in ihrer richtigen Beu[...] lung. Unglücklicherweise scheint es in der menschlichen C[...] stitution zu liegen, an allen den Dingen, die wir von fr[...] Jugend an als wahr zu erkennen gelehrt worden sind, a[...] so viele Andere glauben und über die jene zwei mäch[...] Potenzen, Autorität und Gewohnheit, einmal ihren Stab [...] schwungen haben, fest, oft bis zur Hartnäckigkeit, bis [...] Fanatismus *pigris radicibus* fest zu halten. Da aber w[...] nur Wenige gelebt haben, die von diesen Fehlern ganz [...] gewesen sind, so wollen wir mit dem alten Dichter die[...] gen für die Optimaten halten, *qui minimis urgentur*. Ge[...] ist nur, dafs derjenige, der noch ganz in den Fesseln di[...] Knechtschaft liegt und weder Wunsch noch Streben zur [...] nern Freiheit in sich fühlt, für die Wissenschaft, so wie [...] sich selbst, als ein verlorner Mann zu betrachten ist.

Die zweite Classe, die *Vorurtheile unserer Sinne*, [...] in ihrem Anfange gewöhnlich noch heftiger und eindrin[...] der, als die ersten, aber sie sind nicht so dauernd und [...] näckig. Unseren eigenen Sinnen nicht zu trauen ist a[...]

eine beinahe unmögliche Anforderung an uns selbst. dieses wird auch nicht gefordert, sondern nur, dafs wir die Urtheile, die wir aus diesen sinnlichen Eindrücken, auf unserer Hut seyn sollen. Wenn z. B. ein Sinn den andern Zeugnifs giebt, oder wenn sogar derselbe sich selbst widerstreitet, dann wird man doch annehmen und müssen, dafs irgendwo ein Irrthum liege. So ist, dieses durch ein Beispiel zu erläutern, nichts natürlicher, im ersten Anblick wenigstens, als die Farbe aller Körper Ding zu halten, das diesen Körpern ganz ebenso eimlich zukommt, wie Härte, Gewicht u. dgl. Dafs dieaber ein Vorurtheil sey, davon kann man sich durch sein Auge überzeugen, wenn man in einem verfinsterten das von einem Glasprisma gebrochene Licht der Sonne auf ein gelbgefärbtes Papier fallen läfst. Das Papier wird erscheinen, wenn es in den rothen, und grün, wenn es den grünen Strahlen liegt u. s. w., während die gelbe Farbe Papiers, die wir früher für die eigentliche Farbe desgehalten haben, in jenem Roth oder Grün bis auf seine Spur verschwunden ist. So erscheint uns allen, um ein Beispiel von einer solchen Sinnentäuschung anzuführen, der Mond bei seinem Auf- oder Untergange viel gröfser, wenn er hoch am Himmel steht. Dafs dieses aber eine Täuschung sey, die in unserm Sinne oder vielmehr in Urtheil über diesen Sinn gelegen ist, folgt sofort dar-, wenn wir den Durchmesser des Mondes in jenen beiden mit einem Instrumente wirklich messen, wo derselbe im Horizonte stets am kleinsten gefunden wird, wie er auch in der That seyn mufs, weil er da am meisten von entfernt ist. Hier hat man zwei einander diametral entgegengesetzte Augenzeugnisse, aber dem einen derselben ist Instrument zu Hülfe gekommen. Da wir übrigens hier von den eigentlichen Krankheiten der Sinne, z. B. von Doppelsicht u. dgl., sondern nur von den kranken oder unrichtigen Urtheilen sprechen, die wir so häufig aus jenen Sinneseindrücken ableiten, so versteht es sich von selbst, dafs einzige Mittel gegen diese zweite Art von Vorurtheilen in der Berichtigung dieses unseres Urtheils, also in unserer Vorsicht und Aufmerksamkeit zu finden seyn wird.

Da unser Geist nicht selbst in dem Gegenstande liegt, den

wir eben betrachten, und da er auch in keine unmitt Relation mit ihm gebracht werden kann, so haben wir mit den Signalen zu thun, die von jenen Gegenständ serem Geiste zugeführt werden. Die wundervolle Art, diese Zuführung geschieht, ist für uns ein Geheimnifs, die Weise, wie wir diese äufsern Eindrücke in unserm verarbeiten und mit den ihnen correspondirenden Eige ten und Affectionen jener Gegenstände selbst in Verb bringen. Die Seele spielt dabei, wenn wir dieses Gle wagen können, die Rolle jenes Mannes, der an dem G seiner Insel in einer Hütte sitzt und die Signale aufz die ihm von einem fernen Wartthurm aus der hohen S geben werden. Obschon er die wahre Bedeutung dieser chen nicht kennt, so wird er doch, wenn er z. B. auf derselben stets ein Schiff nach einiger Zeit an seinem ankommen sieht, dieses Zeichen mit diesem Schiffe in bindung bringen, so wenig Aehnliches auch dieses Z mit dem Telegraphen, der es ihm schickt, oder mit dem das es sieht, oder endlich mit dem Schiffe haben mag, sen Ankunft durch jenes Zeichen verkündet werden soll. ses erinnert uns an die Erzählung des Capitains Head, als er in den Pampas (grofsen Ebenen) von Peru reiste, ihn begleitende eingeborne Führer, in die Höhe se plötzlich zurief: *Ein Löwe!* Ueberrascht von diesem A begleitete er den aufgehobenen Arm des Wilden, sah in die Höhe und bemerkte endlich nicht ohne Mühe Condor, der in den Lüften immerwährend einen kleinen beschrieb. Unter diesem Kreise auf der Erde fand er n her den Cadaver eines Pferdes, von dem ein Löwe g zehrte, dem der Condor mit neidischen Augen von seiner l tigen Höhe zusah. Das Signal des Vogels war für den W den, was für einen gewöhnlichen Wanderer der Anblick Löwen selbst gewesen wäre, und in seinem raschen Aus warf er, wie wir auch alle Tage thun, Zeichen und Geg stand zusammen.

C. Analyse der Versuche oder der Beobac tungen.

Wenn wir nun die Eindrücke, welche die äufsern Geg

unsere Sinne machen, untersuchen wollen, so gehn durch eine andere merkwürdige Einrichtung unsers rganismus, gewöhnlich auf die Jagd nach den *Ur-* selben aus, weswegen bekanntlich der Mensch öf- eise das Ursachenthier genannt wird. Gewöhnlich uns bei diesem Geschäfte mit der *nächsten* Ursache und von dieser wieder die nächstfolgende Ursache sehr späten Nachkommen überlassen. Die Endur- Dinge aber haben sich die Metaphysiker vorbe- wir um dieses Geschäft zu beneiden keine Ursache diesem Aufsuchen der Ursache einer Erscheinung usammenhangs mit andern, vorhergehenden und ver- rscheinungen besteht gröſstentheils das, was man die r Beobachtungen zu nennen pflegt.

ücklichsten geht dieses Geschäft von statten, wenn be auf demselben sinnlichen Wege, auf welchem htung erhalten worden ist, fortführen, wenn man le stehende Erscheinung z. B. wieder auf eine Be- er auf eine andere durch unsere Sinne wahrnehm- ion zurückbringen kann. Dieses ist uns z. B. in t gelungen. Der unmittelbare Eindruck, den der ser Gehörorgan hervorbringt, hat nichts gemein mit r Bewegung, und doch sind schon die ältesten Grie- f gekommen, den Ton, den z. B. eine Saite giebt, wegungen ihrer Theile in Verbindung zu bringen, vegungen sich der die Saite umgebenden Luft mit- l endlich von da sich bis zu unsern Ohren fort- Aber wie wenige solcher Fälle können wir in den

—

achus aus Gerasa erzählt in seinen *arithmetischen Ab-* daſs Pythagoras auf einem Spaziergange, in Gedanken ache der Harmonie der Töne versunken, an der Hütte iedes vorbei kam und verwundert hörte, wie die Töne , die abwechselnd den Amboſs trafen, in einem gewissen n Verhältnisse zu einander standen. Indem er die Sache echte, fand er, daſs die Intervalle zwischen diesen Tö- arte, Quinte und Octave seyen. Er wog die drei ge- Hämmer und fand, daſs der eine, der die Octave gab, wer war, als der schwerste, während der mit der Quinte d und der mit der Quarte drei Viertel von jenem wog. ngekommen dachte er weiter über die Sache nach und

andern Theilen der Geschichte unserer Naturwissensch angeben. Was wissen wir z. B. von der Art, wie für sern Gaumen das, was wir süfs, bitter u. dgl. nennen, zeugt wird? Wenn wir uns vorschnellen Urtheilen hin wollten, so könnten wir diese Empfindungen unsers schmacks unter die letzten, diesen Körpern ursprüngli kommenden Eigenheiten zu zählen veranlafst werden. dieses würde nur unsere Unwissenheit von den Veränd

---

fand endlich, dafs, wenn er gleichlange Metallsaiten mit Gew spannte, welche dasselbe Verhältnifs 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$ wie jene Hämmer ten, diese Saiten dieselben drei musikalischen Accorde hervorb Auf diese Weise soll PYTHAGORAS ein bestimmtes Mafs für di schiedenen Töne erhalten und die Musik zu einem Gegen arithmetischer Speculation erhoben haben. Diese Erzählung de COMACHUS, der am Ende des ersten Jahrhunderts unserer Zeitre lebte, ist ohne Zweifel etwas ungenau, da jene drei Accorde k wegs durch Hämmer von den bezeichneten Gewichten hervorge werden. Das Experiment mit den Saiten aber ist vollkommen r und bildet auch heutzutage noch die Basis aller mathemat Theorie der Musik.

Wenn man aus dieser Nachricht den Schlufs ziehn darf, diese schöne und wichtige Entdeckung blofs dem Zufalle zu v ken ist, so mufs doch wohl dabei bemerkt werden, dafs PYTHAG schon früher im Besitz von Ideen gewesen seyn mufs, durch we dieser glückliche Zufall erst möglich geworden ist. Er mufste be einen bestimmten und genauen Begriff von den Relationen der T besitzen, die wir jetzt durch Octave, Quinte und Quarte bezeich Wäre er diese Relationen scharf aufzufassen nicht früher schon fähigt gewesen, so würden jene Hammerschläge sein Ohr ganz eb ohne allen Erfolg, wie die Ohren jenes Schmiedes berührt haben. mufste selbst schon vorher Bekanntschaft mit Zahlenverhältnissen üb haupt gemacht haben, und vor Allem, was wohl sein gröfster V theil vor dem Schmiede war, mufste er einen gewissen innern D in sich fühlen, zwei scheinbar so verschiedene Dinge, wie Zahlen Töne sind, in innige Verbindung mit einander zu bringen. nachdem einmal diese Verbindung zweier so heterogener Element seinem Geiste vorausgegangen war, wurde es ihm möglich und wahrscheinlich nicht mehr schwer, ein Experiment auszusinnen, durch seine Ideen vollkommene Bestätigung erhalten sollten. D Experimente mit gespannten Saiten machten dann die Philosophen der pythagoräischen Schule, besonders LASUS von Hermione und H PASUS von Metapontum, indem sie bald die Länge der Saiten, b die sie spannenden Gewichte änderten. Man s. MONTUCLA Hist. Mathém. III. 10.

welche unsere Geschmacksorgane von jenen Körpern
wenn sie mit ihnen in Berührung kommen. Eine
des Salzes, welches die Chemiker Schwefelsilber
mit einem andern Sodasalze verbunden, haben beide
auf die Zunge gebracht eine intensive Süfsigkeit,
jedes einzelne sehr widerlich bitter schmeckt. Ein
odasalz schmeckt anfangs sehr süfs, wird aber allmä-
es länger auf der Zunge liegt, bitter und endlich
itter, wie Quassia.

schwer es ist, aus den Erscheinungen der Natur auf
derungen zu schliefsen, die dabei in dem Inneren
er vorgehn, mögen wir schon daraus entnehmen,
nicht einmal wissen, was in uns selbst vorgeht, so
eines unserer eigenen Glieder in Bewegung setzen
Wir sind uns einer innern Kraft bewufst, durch die
e Arme und Beine und mittelst derselben auch an-
de Körper in Bewegung setzen können. Aber wir
urchaus nicht sagen, wie dieses zugeht. Selbst dann,
se unsere innere Anstrengung keine äufsere, sicht-
kung hervorbringt, wenn wir z. B. blofs unsere ei-
ände gleich stark gegen einander drücken, fühlen wir
Beschwerde, durch die Erschöpfung, die in uns ent-
s etwas in uns vorgeht, von dem die Seele das Agens
Wille die ausführende Ursache ist. Wenn wir von
Geburt an in einen finstern Kerker gesperrt und alle
lieder mit Fesseln belegt gewesen wären, so würde
erwähnte innere Anstrengung uns doch den Begriff
t verschaffen. Aber von da in Freiheit gesetzt würde
die Erfahrung auch die Wirkung dieser Anstrengung,
egung, kennen lehren, indem wir nämlich die Erfah-
chten, dafs dieselbe innere Anstrengung, die uns er-
und endlich unsere Kraft, ohne dadurch irgend eine
g hervorzubringen, auch erschöpft, uns in den Stand
freien Zustande nicht nur uns selbst, sondern auch
per aufser uns in Bewegung zu setzen. Wenn wir
r Glieder unseres Körpers in Bewegung setzen, so
uns der Sitz der bewegenden Ursache in diesem Gliede
seyn, während sie doch gewifs nicht darin, sondern
Gehirn oder dem Rückenmarke liegt. Denn wenn ein
der jenes Glied mit dem Gehirn oder dem Rücken-

marke verbindet, zerschnitten wird, so werden wir uns v
bens anstrengen, jenes Glied in Bewegung zu setzen, un
ser festester Wille wird ohne Erfolg bleiben. Schon a
sem einzigen von uns selbst genommenen Beispiele w
sehr wahrscheinlich, dafs bei allen Erscheinungen in d
tur das Auffinden der ersten Ursachen (die man auch
zuweilen *Endursachen* nennt) nicht unsere Sache ist.
müssen uns begnügen, diese Erscheinungen auf sog
Gesetze zurückzuführen, auf allgemeinere Erscheinungen,
welche wir jene besondern subsumiren und die wir einst
als die nächsten Ursachen dieser Erscheinungen betrachten
Mit dieser Beschränkung bleibt aber unserer geistigen T
keit immer noch ein sehr grofses Feld zu bearbeiten
Man bedenke nur, wie viele Erscheinungen der Na
bereits aus dem einzigen Gesetze des verkehrten Quadr
Entfernung abgeleitet haben! Worin aber dieses Ge
gentlich besteht, von welchem andern höhern Gesetze
ter abhängt, was überhaupt Anziehung, Materie, Kraft
an sich selbst seyn mag, dieses zu untersuchen überl
Naturwissenschaft der Metaphysik mit dem Wunsche,
diese letztere bald mehr finden möge, als sie seit der Z
Griechen bis auf unsere Tage in der That gefunden hat.

Um noch ein anderes Beispiel von der Analyse der
scheinungen oder von der Zurückführung derselben auf
nächsten Ursachen zu geben, so gelangen wir bei der A
lyse des *Tons* auf eine Anzahl von Phänomenen, die wir
auf zwei Ursachen zurückführen, auf die *Bewegung* (
tönenden Körpers, der Luft und selbst des Gehörorgans)
auf die geistige *Perception* der durch diese Bewegung her
gebrachten, in uns selbst vorgehenden Aenderungen. Ü
diese beiden nächsten Ursachen hinaus aber können wir n
gehn, daher wir denn auch die Bewegung und die sinnl
Wahrnehmung dieser Bewegung einstweilen als die zwei e
fachsten Ursachen des Tons und aller seiner Erscheinungen
zunehmen gezwungen sind. Auf ähnliche Weise gelangen
bei der Analyse anderer Phänomene häufig auf den Begriff
Cohäsion und der *Elasticität* der Materie, aber einmal
angekommen müssen wir auch ebenda stehn bleiben, w
halb wir einstweilen wieder diese zwei Eigenschaften der M
terie als Endursachen der Erscheinungen betrachten, ohne

n, ob dieselben nicht vielleicht in noch höhern Ge-
nthalten sind, die wir aber nicht kennen und wahr-
h auch nie kennen werden.

dem Daseyn einer *Kraft* haben wir, wie oben er-
durch die Anstrengung unserer eigenen Gliedmaſsen
inander bereits den Beweis oder, wenn man lieber
Bewuſstseyn erhalten. Mag es immerhin befremdend
n, daſs auch die todte Masse eine solche Wirkung
ngen soll, die wir an unserm Körper nur als den
Ausfluſs des Willens erkennen, so können wir uns
ht gegen den directen Einfluſs unserer Sinne aufleh-
n wir z. B. die Erfahrung machen, daſs eine Stahl-
rch unsere Hand gebogen, ganz auf dieselbe Weise
zurückwirkt, als wenn wir selbst unsere eigenen Hän-
einander gedrückt hätten. Welches die eigentliche
dieser unserer eigenen oder jener auſser uns vorge-
Bewegung seyn mag, die wir einstweilen durch das
raft bezeichnen, ist uns unbekannt, und noch viel
ſsvoller für uns scheint jene innere Bewegung zu
uch welche wir die Wirkungen der äuſsern Bewegung
n Bewuſstseyn, zu unserer Perception bringen. Auch
uns alle Mittel, dahin zu gelangen, gänzlich zu feh-
wir nicht im Stande sind, durch irgend einen von
reien Willen abhängenden Act eine solche Perception
bringen und unser eigenes Innere zu beobachten. Wir
e von der Natur ein Instrument erhalten, durch welches
Dinge auſser uns, die Dinge auſser diesem Instrumente zu
en pflegen, aber dieses Instrument selbst zu beobachten,
lt uns jedes Mittel, so lange wir nicht voraussetzen
daſs die Brille, durch die wir alle Dinge auſser uns
uch diese Brille selbst noch sehn soll. Zwar können
h Hülfe des Gedächtnisses und der Einbildungskraft
Eindrücke von solchen Perceptionen in unserm In-
eugen, die zuweilen selbst sehr lebhaft sind. In un-
umen z. B. oder in gewissen krankhaften Zuständen
Nerven erhalten wir solche innere Perceptionen oder
nen, denen kein äuſserer, entsprechender Gegenstand
de liegt. Allein wie uns die *Kraft*, als Ursache der
g, deswegen vorzüglich ein Geheimniſs ist, weil wir
durch unser Inneres, diese Kraft ausüben, so muſs uns
l.

auch jene andere Ursache der Perception ein Geheimniſs
ben, weil wir sie durch unsern freien Willen nur auf
meistens sehr unvollkommene Weise hervorbringen k
und weil wir in den wenigen Fällen, wo wir sie kl
lebhaft erzeugen, immer in einem Zustande (des Trau
der Krankheit) sind, wo alles Nachdenken und selbst al
gentliche Beobachten gelähmt und aufgehoben ist.

Aus allem Vorhergehenden folgt also, daſs wir
unsern Untersuchungen der Natur, d. h. bei unsern *Ver*
und *Beobachtungen,* mit der Analyse dieser äuſsern E
nungen zu begnügen und bloſs zu suchen haben, ob si
diesen Erscheinungen irgend ein sogenanntes *Gesetz*
läſst, unter welchem mehrere derselben, je mehr desto
enthalten sind. So zusammengesetzt und verwickelt di
scheinungen auch meistens zu seyn pflegen, so lassen
doch oft, wie wir bereits aus Erfahrung wissen, auf
einfachere, auf sogenannte Elementarerscheinungen zur
ren, und durch diese letzten werden eigentlich jene G
constituirt. Da wir aber bei jeder Masse von Phän
wie sie sich unsern Sinnen aufdringen, die ihnen zu
liegenden Elementarphänomene nicht *a priori* angeb
nen, so müssen wir bei allen unsern Versuchen ganz
verfahren, wie der Chemiker bei seinen sogenannten Ana
der jeden Körper, den er auf seine Capelle bringt, so
auflöst und in seine Bestandtheile zerlegt, bis er zu
Theilen gelangt, die er nicht weiter auflösen kann un
er daher *Elemente* zu nennen pflegt. Oft ist diese A
dieses Aufsuchen der elementaren Erscheinung, die jene
sammengesetzten zu Grunde liegt, mit groſsen Schwierigk
verbunden, selbst in solchen Fällen, wo das Daseyn d
ben uns nicht mehr zweifelhaft ist, ja wo wir auf eine
wissen Zusammenhang mit andern, dem Anscheine n
ganz heterogenen Erscheinungen gleichsam von der
selbst hingedrängt werden. Um auch davon ein merkw
ges Beispiel zu geben, so bemerkte man schon vor me
Jahren, daſs der Magnetismus, der für uns so lange in
Geheimniſs gehüllt blieb, viel mit der Elektricität g
habe. Allein erst durch Oersted's Versuche sind diese
den, einander bisher fremden Hauptagentien der Natur
ander näher gerückt, und die Zeit ist vielleicht nicht

, wo man beide nur als den Ausflufs einer und derselben Quelle betrachten wird. Fälle solcher Art sind für die ...schaft stets von der gröfsten Wichtigkeit. Sie fordern gleichsam mit Gewalt zu weitern Untersuchungen auf, ... bei der Annäherung der lange gesuchten Auflösung ...thsels zeigen sie uns, an welcher Stelle das gewünschte ... verborgen ist und gefunden werden kann, sobald wir ...ch den letzten Schleier lichten, der es bedeckt. So... man bei seinen Versuchen auf eine solche Elementarer...ung gekommen ist, mufs die nähere Untersuchung der... mit der gröfsten Sorgfalt vorgenommen werden, beson... wenn dieselbe auch bei mehrern andern zusammenge... Erscheinungen sichtbar wird. Dieses Hervortreten ei... Gemeinsamen zwischen scheinbar oft sehr verschiedenen ... ist von der gröfsten Wichtigkeit bei allen Versuchen, ... dadurch vorzüglich, wenn nicht dadurch allein, wird der ... zu allen Entdeckungen in den Naturwissenschaften ge... Dadurch wächst nicht nur jede einzelne Wissenschaft, ... auch die Verbindung und Abhängigkeit mehrerer Wis...ten unter einander. Auf diesem Wege hatte man ... vor der eben erwähnten Entdeckung des Elektromagne... durch OERSTED mehrere allgemeine Aehnlichkeiten ...chen dem Magnet und der Elektricität aufgefunden und so ... grofse Entdeckung selbst vorbereitet und gleichsam erst ...lich gemacht. Auf demselben Wege führte auch die ... nur geahnete Analogie zwischen Licht und Schall zur ...iterung und zugleich zu einer engern Verbindung der ...k mit der Akustik, und schon jetzt zweifelt kein Physi... mehr, dafs beide Wissenschaften aus einer gemeinsamen ..., aus der vibratorischen Bewegung eines elastischen ..., entspringen. Auf demselben Wege endlich wird ...scheinlich auch die Familienähnlichkeit, die zwischen ... bisher als elementar betrachteten Körpern herrscht ... zwischen Nickel und Kobalt, zwischen Chlor, Iod und ...), uns dereinst noch zu Relationen dieser Körper führen, ... das Innere derselben betreffen, von dem wir bis jetzt noch ... Ahnung haben.

D. Reduction der Versuche auf die Ges der Bewegung.

Dem Scharfsinne der griechischen Philosophen, di so gern mit den Erscheinungen der Natur, auf ihre übrigens, beschäftigten, war diese Analyse der Beobacht dieses Auffinden des Aehnlichen im Mannigfaltigen, de meinsamen im Verschiedenen, gewifs nicht unbekannt wir aus ihren Schriften sehn, aber eines der vorzügli Mittel dieser Reductionen war ihnen unbekannt, und steht ihre Naturkenntnifs so ungemein weit hinter d Neuern zurück. Fast alle Phänomene der Natur führen ter Instanz, so weit wir nämlich sie verfolgen könne *Bewegung* zurück. Aus dieser Ursache steht die D oder die Lehre von den Kräften und ihren Bewegunge zutage an der Spitze aller Naturwissenschaften. Diese aber war den Alten ganz unbekannt, da sie erst mit G gegen das Ende des 17ten Jahrhunderts in Aufnahm Seit dieser Zeit ist aber die Dynamik auf rein mathemat Wege so ausgebildet worden, dafs sie für die schwerst Alten ganz unzugänglichen Untersuchungen geeignet in ihren Resultaten ganz derselben Sicherheit, wi Mathematik selbst, sich erfreut. Ihre ersten Grundsätz einfach und im höchsten Grade bestimmt, und sie steh gleich in der innigsten Verbindung mit den geometri Gröfsen des Raumes und der Zeit, so dafs sie und alle Operationen sich ebenso gut und leicht den mathemati Methoden, als den Erscheinungen der Natur selbst anp lassen. Durch blofse mathematische Schlüsse kann man dynamischen Untersuchungen beinahe so weit, als man immer will, ausdehnen, so zwar, dafs die eigentlichen G zen der Dynamik zugleich die unserer mathematischen A lysis sind, was von keiner anderen Wissenschaft gesagt w den kann. Auch ist die Zeit für uns bereits gekommen, die gesammte Physik in allen ihren Theilen eine rein thematische oder, was hier dasselbe ist, eine rein dynami Unterlage fordert und wo solche physikalische Schriften, sich von der Sprache der mathematischen Formeln fern h wollen, höchstens nur noch für den elementaren Unter oder für den gröfsern Haufen der Leser zugelassen wer

nur, wie weit alle jene Theile der Naturwissen- die bisher noch diese mathematisch-dynamische Fo- ren mufsten, wie die Botanik, Geologie, Meteoro- gröfstentheils auch selbst die Chemie, hinter denje- ickstehn, die, wie die Astronomie, die Optik, die a., auf diesem festen Grunde ihr Gebäude in kurzer ner Höhe und Vollkommenheit gebracht haben, wel- ten für unmöglich halten mufsten und die wir selbst ewunderung betrachten können.

riechischen Naturphilosophen machten keine Beob- oder Versuche, und vorzüglich aus dieser Ursache so weit hinter den neuern zurück. An Scharfsinn ität des Geistes hatten sie Ueberflufs; sie besafsen dere Kraft im Raisonniren über abstracte und blofs le Gegenstände, aber sie beachteten die äufsere Na- gar nicht, und waren schon zufrieden, künstliche uf blofs imaginären Hypothesen erbaut zu haben. z. B. als Princip angenommen, dafs der Kreis die nste aller geometrischen Figuren sey, und aus die- p zogen sie den Schlufs, dafs alle Planeten sich in wegen müfsten. Als die gemeinsten Beobachtun- Planeten ihnen das Gegentheil zeigten, so hielten en ihren Ausspruch nicht für widerlegt, sondern ihn vielmehr durch ein künstliches Gerüste von inander greifenden Kreisen, von excentrischen und en Kreisen zu retten und auf diese Weise sich r in den Irrthum hineinzustudiren. Ihr Hauptfeh- afs sie dieselbe Methode, die sie in der Mathema- der Philosophie so gut gefunden hatten, ohne Wei- auf die Naturwissenschaften anwenden wollten. Auch n sie nämlich immer von Principien aus, die sie geschaffen hatten und dann willkürlich so weit n und fortspannen, als sie eben konnten. Alle ungen waren dahin gerichtet, ein solches allgemei- zu finden, aus dem sich die ganze Natur mit al- Erscheinungen erklären lassen sollte. Der eine nahm ent und Ursprung des Weltalls das Feuer an, der Luft, ein dritter das Unendliche (τὸ ἄπειρον), ein it den scholastischen Philosophen des Mittelalters zu Entität und Nihilität (τὸ ὂν καὶ τὸ μὴ ὂν) u. s. w.

Galilei war der Erste, der durch die That und mit N
druck dieses beinahe zweitausendjährige Verfahren ent
und ein besseres an dessen Stelle setzte. Er widerle
Dogmen, die Aristoteles für die Bewegung aufgestell
durch directe Appellation an die Sinne, durch unmittelba
suche von der schlagendsten Art und die, was vor
wichtig war, zugleich der Rechnung unterworfen werden
ten. Bacon v. Verulam setzte dieses neue Verfahren
sein ganzes vortheilhaftes Licht, indem er die *Inducti*
den wahren und einzigen Weg zur Erkenntnifs der
bezeichnete. Zwar war dieses inductive Verfahren bish
ganz unbekannt gewesen; aber er war es, der zuerst m
unwiderstehlicher Kraft die hohe Wichtigkeit der Ind
vertheidigte, die er das Alpha und Omega aller Wiss
und die grofse Kette nannte, welche die Erscheinung
Natur mit unserer Kenntnifs von derselben und von ihr
sachen verbindet. Wer ihnen diesen Ruhm streitig
wollte, könnte auch dem Jenner oder Howard ihre
krone vom Haupte nehmen, weil vor jenen schon m
Pachter die Kuhpocken gesehn oder mancher Philanthr
nen Gefangenen in seinem Kerker besucht haben mag.
Natur bietet uns zwei Gegenstände zu unserer Betrachtung
Körper und ihre gegenseitigen *Wirkungen*. Woraus
Körper bestehn, wissen wir nicht, da wir ihre Existenz
durch das Medium ihrer Eindrücke auf unsere Sinne er
nen. Unsere Beobachtungen und Versuche sind daher l
auf jene Wirkungen beschränkt, wie uns diese durch di
ben Sinne erscheinen. Diese Wirkungen müssen aber
gewisse Regelmäfsigkeit haben, wenn sie Gegenstände
wahrhaft wissenschaftlichen Beobachtung werden sollen.
lange die Sonnen- und Mondfinsternisse blofs für zufällig
scheinungen gehalten wurden, konnten sie wohl Gegenst
des Aberglaubens, aber nicht der Wissenschaft werden. I
Regelmäfsigkeit, sie mag nun in der Sache selbst oder i
ren äufseren Verhältnissen des Raumes und der Zeit be
diesen regelmäfsigen Zusammenhang der Erscheinungen
andern Dingen aufzusuchen ist daher das Erste, was wir
müssen, wenn wir die Natur durch Beobachtungen oder
suche kennen lernen, wenn wir ihre Gesetze finden, wen
Entdeckungen machen wollen.

Zurückführung der Versuche auf Maſs und Zahl.

Nebst diesem Bemerken der Nebenumstände jeder Erfahrung, aus denen allein mit der Zeit ein sogenanntes Naturgesetz hervorgehn kann, muſs man aber auch dieselben so viel und so genau als möglich auf *Maſs und Zahl* zurückzuführen suchen, d. h. man muſs die Erscheinung zu einem Gegenstande der *Rechnung* machen. Nur wo man messen, wägen, zählen und rechnen kann, ist Hoffnung auf Erkenntniſs, und alles vage Hin- und Herreden mit den Worten der gewöhnlichen Sprache führt auf Miſsverständniſs, auf Unklarheit, auf Abwege. Rechnung ist die Seele der Naturwissenschaften und sie ist, wenn nicht das einzige, doch gewiſs das beste Kriterium der Wahrheit. Warum geht unsere Metaphysik nicht vorwärts? Weil man in ihr nicht messen und wägen, also auch nicht rechnen kann. Selbst wenn diese Rechnungen auf einer irrigen Voraussetzung beruhn, so sind sie doch das einzige Mittel, zu bessern Voraussetzungen zu gelangen. Die Literärgeschichte giebt uns zahlreiche Fälle, wo wir nur durch den Irrthum zur Wahrheit gelangt sind. Die oben erwähnten planetarischen Epicykel waren ein solcher Irrthum, aber ohne ihn würden wir gar kein Mittel gehabt haben, die höchst verwirrten geocentrischen Bewegungen der Planeten zu übersehn und wenigstens einigermaſsen in Ordnung zu bringen. Erst jetzt war es möglich, Formeln für diese Bewegungen aufzustellen und nach diesen Formeln Tafeln zu construiren, eine wissenschaftliche Theorie der Planeten aufzustellen und diese, eben durch Hülfe derselben Tafeln, entweder allmälig zu verbessern, oder auch als ganz unverbesserlich, als völlig ungegründet zu erkennen. Vor der Aufstellung dieser epicyklischen Theorie war die Planetenwelt nur ein Chaos, das gar keiner wissenschaftlichen Betrachtung fähig seyn konnte. Alle Naturgesetze haben ein eigenthümliches quantitatives Gepräge und schon ihr Ausdruck weist auf Rechnung hin. Das Gesetz der allgemeinen Schwere z. B., das gröſste und schönste, welches der menschliche Geist entdeckt hat, spricht nicht bloſs in allgemeinen, unbestimmten Worten von der gegenseitigen Anziehung der Materie; es begnügt sich nicht damit zu sagen, daſs diese Anziehung zwi-

schen zwei Körpern abnimmt, wenn die gegenseitige E
nung dieser Körper wächst, und umgekehrt, sondern es
das durch Zahlen bestimmte Verhältnifs dieser Anziehun
dafs, wenn dasselbe für irgend eine Distanz bekannt i
auch für alle anderen gegeben wird. Dasselbe bemerk
auch in den Gesetzen der Krystallographie, wo die Ge
welche die dem Innern der Körper inhärirende Kraft e
auf genaue, geometrische Figuren mit bestimmten Seit
Winkeln zurückgeführt werden.

F. Wichtigkeit der Instrumente.

Dieses *Messen* und die darauf gegründete Rechnung
also auch schon bei unsern Beobachtungen und Versuch
seine Rechte eingesetzt werden, und so lange sich z. B
Astronomie nur mit der blofsen Betrachtung des Himm
Auf- und Untergehns der Sterne, der längern und k
Tage des Jahres u. s. w. beschäftigte, war an eine eig
wissenschaftliche Gestalt derselben nicht zu denken. I
Messen kann nur durch Hülfe unserer Sinne geschehn,
sie allein geben nur selten oder nie ein ganz genaues
sicheres Resultat. Wer die Differenz der Distanzen z
Gegenstände blofs nach dem Augenmafse oder wer den
terschied in dem Gewichte zweier Körper blofs dadurch b
stimmen wollte, dafs er beide auf seiner Hand balancirt, w
über diese Dinge nie klar werden, und die besten Schlü
auf solchen Grund gebaut, werden entweder zu keinen o
doch meistens nur zu schlechten und unzuverlässigen Result
führen. Zu diesem Zwecke müssen also *Instrumente* an
wendet werden, durch die wir unsere Sinne schärfen,
z. B. das Auge durch das Mikroskop für nahe und d
das Fernrohr für weit entfernte Gegenstände geschärft wird,
dafs wir nun auch Gegenstände deutlich sehn können, die
ohne diese Hülfe, entweder gar nicht oder doch nur sehr
deutlich wahrgenommen hätten. So lange die Astronomen
Fernrohr entbehren mufsten, blieb ihre Wissenschaft in
Kindheit. Es ist unbegreiflich, wie ein sonst so helldenk
der, praktisch gescheuter Mann, wie Hevel in Danzig,
dieser Ueberzeugung entziehn und das Fernrohr als ein
brauchbares, trügerisches Instrument verwerfen konnte, n

och GALILEI schon den hohen Werth desselben für die
omie gezeigt hatte. Die Folge von diesem Irrthum war,
le die zahlreichen Beobachtungen jenes sonst sehr guten
ßerst thätigen Beobachters für die Wissenschaft ohne
geblieben sind, und daſs die Astronomie deshalb nicht
r weit fortgeschritten seyn würde, wenn jener Brand
ziger Sternwarte nicht bloſs den zweiten Band seiner
a coelestis, sondern wenn er auch alle seine mit so
eit, Mühe und Kosten aufgesammelten Beobachtungen
t hätte. Aber auch dieses reicht noch nicht hin, daſs
aſs besser sehn, daſs wir mit unsern bewaffneten Au-
ch sehr kleine Dinge oder sehr kleine Differenzen in
öſse dieser Dinge *sehn*, wir müssen diese Differenzen
essen können. So lange man dieses Letzte z. B. mit
ernrohre am Himmel nicht konnte, war der Nutzen die-
wunderungswürdigen Instruments allerdings noch immer
chränkt. Gleich nach seiner Erfindung um das Jahr
at GALILEI mit demselben die Thäler und Berge des
s, die vier Satelliten Jupiters, die sonderbare Gestalt
s, die Sonnenflecken, die Lichtphasen der Venus und
drängte Fülle der Fixsterne in der Milchstraſse entdeckt.
t dadurch ohne Zweifel unsere Kenntniſs des Himmels
ereichert, indem er uns ganz neue Theile desselben er-
und uns mit Gegenständen bekannt machte, von deren
n wir früher keine Ahnung haben konnten. Aber über
öſse, über die Dimensionen, über die wahren Lagen
immelskörper gegen unseren Horizont oder gegen irgend
ndere Fundamentalebene des Himmels (den Aequator,
eridian, die Ekliptik u. s. w.) konnten uns diese Entdek-
n keine oder nur wenig mehr Aufklärung geben, als wir
Hülfe des Fernrohrs schon lange zuvor besaſsen. Er
uns bloſs mehrere bisher unbekannte Gegenstände des ge-
n Himmels vor das Auge geführt, aber unsere *Messun-*
r Gröſse und Lage derselben, diese wahre Basis aller
lichen Astronomie, blieben noch immer nahe denselben
lkommenheiten unterworfen, über welche die alten Grie-
und Araber bis zu TYCHO BRAHE hinauf sich so sehr zu
en hatten. Man brauchte allerdings das Fernrohr sehr
ach dessen Erfindung nicht bloſs zum *Sehn*, sondern
uchte es auch zum eigentlichen *Messen* zu verwenden,

indem man dasselbe an die damals gewöhnlichen messen Instrumente, an die Quadranten und Sextanten, anzubr sich bemühte. Man hatte dadurch den Vortheil erreicht, man nun die zu beobachtenden Gestirne viel besser seh auch im Allgemeinen besser beobachten konnte; allein mufste sie eben in dem Mittelpuncte des Feldes dieser Fern beobachten, und da dieser Mittelpunct durch nichts zeichnet war, sondern gleichsam nur errathen oder ges werden mufste, so waren auch hier Mifsgriffe und selbst deutende Fehler nicht wohl zu vermeiden, und so viel auch blofs beobachtende Astronomie durch die Entdeckung di wunderbaren Instruments gewonnen hatte, die *messende* *rechnende* Wissenschaft konnte dadurch nur sehr wenig fördert werden. Noch vor wenig Jahren war man bei allgemein der Meinung, dafs Picard in Frankreich um das 1667 diesem Mangel abgeholfen und dadurch eine neue, zende Epoche in der Geschichte der Astronomie cons habe. Allein diese Ehre gebührt einem Andern, Gasco in England, der, wie man aus seinen Briefen an Freunde Crabtree und Horrockes sieht, schon in dem J 1640 in dem Brennpuncte seines Fernrohrs feine Spinnenf ausgespannt und auch schon, um diese Fäden bei Nacht si bar zu machen, das Innere des Fernrohrs durch eine Lam beleuchtet hat. Diese einfache Vorrichtung ist es, die in Ve bindung mit dem Fernrohr unseren Beobachtungen so gro Vortheile vor denen der Alten verschafft und der gesam ten beobachtenden Astronomie eine ganz neue Gestalt gegeb hat. Gascoigne, dem wir diese wichtige, obschon schein leichte Entdeckung verdanken, würde uns wahrscheinli noch viel gelehrt haben, da er mit einem seltenen theore schen und praktischen Talente versehn war, wenn ihn nic der Tod schon in der Blüthe seines Alters den Wissensch ten entrissen hätte. Er starb in seinem 23sten Jahre in d Schlacht von Marston-Moore, die Cromwell den königlich Truppen geliefert hatte.

Seit dieser Zeit erst waren die praktischen Astronomen den Stand gesetzt, die Höhen, die Rectascensionen und D clinationen der Gestirne mit Schärfe zu beobachten, d. h. e ner eigentlichen *Messung* zu unterwerfen, und seit dieser Z erst haben wir einsehn gelernt, wie Alles, in der Astronom

hl, wie überhaupt in allen Naturwissenschaften, nur darankommt, genaue Messungen der Gegenstände zu erhal-, die wir unsern Versuchen und Beobachtungen unterwer- diese Gegenstände mögen nun dem Raume, der Zeit, Winkel, dem Gewichte oder der Geschwindigkeit angé-. Alle unsere Bemühungen seit jener Epoche sind nur es Ziel gerichtet gewesen, wie unsere seitdem erfolg- erbesserungen der astronomischen Quadranten und Kreise, Uhren und Waagen und der Fernröhre selbst bezeugen.

. Reduction der Beobachtungen auf Gesetze.

Allein Beobachtungen und nichts als Beobachtungen reiech nicht hin, eine Wissenschaft oder auch nur einen Theil derselben zu constituiren. Sie sind, wären sie die besten ihrer Art, nur einzelnen Steinen zu verglei-, die auch in einer noch so grofsen Menge auf einen en geworfen noch kein *Gebäude* bilden. Um ein solu erhalten, müssen jene isolirten Steine in Verbindung t und nach einem bestimmten Plane gehörig zusamefügt werden. Zu diesem Zwecke müssen die Steine be-, also verändert werden, damit sie, wenn sie sie nicht n zufallig haben, die gehörige Form erhalten, um an einer zu passen, und hier endet unser Gleichnifs oder vielr es mufs selbst, wenn es noch weiter fortgeführt werden l, gleich jenen Steinen eine Modification, eine angemessene änderung erhalten. Die Beobachtungen dürfen nämlich nicht ich diesen Steinen so lange gedreht und verändert werden, is sie an einander passen, vielmehr müssen sie, und dieses ist vielleicht die wichtigste Regel, die man dem Beobachter eben kann, *bleiben, wie sie sind,* selbst wenn sie mit andern Beobachtungen und mit unsern eignen Ansichten, Erwartungen und vorgefafsten Hypothesen im geraden Widerspruche sind. Da sie aber dessenungeachtet vereinigt, da sie einander coordinirt oder subordinirt werden müssen, wenn anders ein Zusammenhang zwischen ihnen und ein wissenschaftliches Ganze aus ihnen entstehn soll, so müssen sie, da sie nun einmal nicht geändert werden dürfen, unter einander nach ihren Verschiedenheiten verglichen, die zusammengehörenden, wenn es

deren giebt, ausgewählt und endlich, wenn es möglic
unter einen ihnen gemeinschaftlichen, höhern Gesichtspun
bracht oder, wie man zu sagen pflegt, auf ein *Gesetz* z
geführt werden. Diese Gesetze sind aber noch nicht d
gentlichen Ursachen der Erscheinungen, welche jenen Be
tungen zum Grunde liegen. Diese Ursachen gehören
höhern Facultät des menschlichen Geistes an, wie sie
auch in der Geschichte jeder einzelnen Wissenschaft vie
ter auftreten, wenn die Gesetze derselben oft schon längs
kannt sind. Diese Gesetze sind gleichsam nur allgemeine
drücke, durch welche mehrere unter einander offenbar
sammengehörende Erscheinungen dargestellt und unter e
einzigen, sie alle umfassenden Gesichtspunct gebracht we
Ein einfaches Beispiel wird dieses deutlicher machen.

Schon die alten griechischen Astronomen haben be
dafs die tägliche Bewegung der Sonne nicht constant ist,
dern dafs sie sich im Winter schneller als im Somme
wegt. Da auch sie, wie Lichtenberg unser ganzes Gesc
nennt, zu den Ursachenthieren gehörten, so suchten si
fort die Ursache, den eigentlichen letzten Grund dieser
scheinung, und sie wollten ihn auch in der Bewegung
Sonne in einem Epicykel oder, was dasselbe ist, in ei
sogenannten excentrischen Kreise gefunden haben. Da di
aber falsch war und da sie dessenungeachtet auf diesem f
schen Wege immer weiter gingen und dieselbe Idee ihrer E
cykel auch auf den Mond und auf alle Planeten fortführt
so studirten sie sich endlich in ihren Irrthum so tief hine
dafs sie sich nicht mehr herausfinden konnten. Ihre Nachfolg
die Alexandriner, die Araber und später die Europäer, bis
Copernicus und Kepler hinauf, konnten sich von diesem I
thume, der sich in allen Köpfen festgesetzt und der am En
sogar eine Art von geheiligtem Ansehn gewonnen hatte, d
anzutasten oder zu bezweifeln gefährlich war, nicht mehr lo
machen, und die Folge davon war, dafs die Astronomie st
tionär blieb und auch so lange bleiben mufste, als man d
falschen Weg beibehielt, der nicht zum Ziele führen konn
Hätten sich die Griechen, statt nach Art ihrer Philosoph
sich gleich bis zu den letzten Gründen aller Dinge zu ve
steigen, begnügt, die täglichen Geschwindigkeiten der Sonn
oder des Mondes, ehe sie die Ursache derselben ang

nnten, mit Fleifs und Genauigkeit zu beobachten und erhaltenen Geschwindigkeiten unter einander zu ver-n, und hätten sie dasselbe auch mit den täglichen Verän-en des scheinbaren Halbmessers dieser Gestirne, die be-beim Monde sehr leicht bemerkt werden konnten, ge-n würden sie, da es ihnen gewifs nicht an Scharfsinn mbinationsvermögen gebrach, die Gründer der wahren mie geworden seyn und dadurch die Ehre und den welcher jetzt Copernicus und Kepler umstrahlt, send Jahre früher für sich selbst erworben haben. Sie gefunden haben', dafs die täglichen Aenderungen schwindigkeiten dieser Gestirne sich wie der Cosinus fs ebenso die täglichen Aenderungen ihrer Entfernun-n der Erde sich wie die Sinus ihrer sogenannten mittleren lieen verhalten, und wenn sie einmal bis dahin gekom-ären, würde es ihnen auch nicht mehr schwer gewor-yn, daraus den Schlufs zu ziehn, dafs diese Gestirne in n sich bewegen, in deren einem Brennpuncte die Erde orin bekanntlich die eine und die wichtigste der drei Entdeckungen Kepler's besteht. Um dieses in unserer n analytischen Sprache auszudrücken, wollen wir durch v die mittlere und wahre Anomalie und durch r und e he grofse Axe und die Excentricität der Bahnen dieser Ge-bezeichnen; dann hat man für das Verhältnifs der wah-lichen Geschwindigkeit ∂v zu ihrer mittleren ∂m den ck

$$\frac{\partial v}{\partial m} = 1 + 2e \text{ Cos. } m$$

enso für das Verhältnifs der wahren täglichen Aende-er Entfernung derselben von der Erde

$$\frac{\partial r}{\partial m} = - e \text{ Sin. } m$$

se beiden Gleichungen drücken das *Gesetz* der Bewe-ieser Gestirne aus, welches auch die Ursache dieser ng, welches auch die krumme Linie seyn mag, in diese Bewegung vor sich geht. Die Auffindung die-etzes gehört in die sogenannte theoretische Astronomie, nur mit der Darstellung der Erscheinungen des Him-ler, wenn man lieber will, mit der Erklärung dersel-irgend einer allgemeinen Vorschrift, die nach den

Beobachtungen als wahr erkannt ist, beschäftigt, währe
Auffindung der Ursache oder des wahren Grundes dieser Er
nung (des allgemeinen Gesetzes der Attraction der Körp
verkehrten Quadrate der Entfernungen) in die physische A
nomie gehört, die ihrer Natur nach erst nach der theoreti
entstehn und sich ausbilden kann. So lange man nur
bemerkt hatte, dafs die tägliche Geschwindigkeit der S
und des Mondes sich ändert, hatte man für die Wisse
noch nichts gewonnen, selbst wenn diese täglichen A
rungen bis auf die kleinsten Theile einer Secunde be
gewesen wären. Als man aber anfing zu bemerken, dafs d
Aenderungen eine gewisse Regel beobachten und mit je
Jahre periodisch wiederkehren, da war man auf dem W
zur Wissenschaft, und als man diese Regel, dieses Gese
funden hatte, da war der erste Grundstein zur Basis g
auf dem sich später das Gebäude der Wissenschaft er
sollte.

Nicht immer indefs müssen diese Gesetze, wie im
vorhergehenden Beispiele, durch eine mathematische F
ausgedrückt seyn, obschon es immer gut und gerath
sie, wo man kann, darauf zu bringen. Die musikalische
deckung des Pythagoras, von der wir oben gesprochen ha
führt ebenfalls unmittelbar auf ein Gesetz und zwar auf ei
der Akustik sehr wichtiges Gesetz. Jeder Satz, jede V
schrift, jede Lehre, die eine gröfsere Anzahl von Erschei
gen umfafst und aus der sich, ohne sie selbst vielleicht w
ter erklären zu können, diese Erscheinungen erklären las
kann das Gesetz derselben genannt werden. Der Satz von der L
tung, von der Radiation und von der Polarisation der Wä
kann ebenso gut als Gesetz in der Thermotik angesehn werd
als der von dem constanten Verhältnifs des Einfalls- und Bre
ungswirkels des Lichts bei der Refraction desselben ein Ge
der Optik heifst. Manche von diesen Gesetzen beziehn sich
auf eine gewisse, oft selbst beschränkte Classe von Erscheinung
während andere sich über viele solche Classen verbreiten
dadurch natürlich schätzbarer und für die Wissenschaft we
voller sind, obschon auch jene beschränktern nicht verwo
werden sollen, da man gewöhnlich nur durch sie zu di
allgemeinern Gesetzen gelangen kann. Ja diese Gesetze k
nen selbst an sich unrichtig und doch von grofsem Nu

Wissenschaft seyn, da sie es schon oft genug gewesen die uns den Weg zur Wahrheit gezeigt haben. Die er- e epicyklische Hypothese der griechischen Astronomen enfalls ein solches Gesetz, das sich überdiefs noch in der he der Mathematik ausdrücken liefs. Dieses Gesetz war h, aber es war dessenungeachtet sehr wohl geeignet, die ommenen Beobachtungen der Alten alle zu umfassen, as es daher sogar als ein sehr allgemeines Gesetz zu seiner gelten konnte. Nachdem Hipparch, der gröfste Astronom Alterthums, dieses Gesetz gehörig aufgefafst hatte, wurde rch dasselbe in den Stand gesetzt, die ersten *Sonnenta-* n construiren und durch diese Tafeln den Ort der Son- n Himmel für jede vergangene und künftige Zeit zu be- ten, so genau wenigstens, als es die unvollkommenen achtungen der Alten eben bedurften, was Niemand vor leisten konnte und was allein seine spätern Nachfolger die wahre Bahn zu leiten fähig war, indem sie ihre n bessern Beobachtungen mit denen dieser Tafeln ver- en.

I. Ueber das Auffinden dieser Gesetze.

Es entsteht nun die Frage, wie man zu der Kenntnifs r Gesetze gelangt? Diese Frage ist aber ganz identisch der, wie man Entdeckungen macht und Räthsel auf- Wenn sich solche Dinge auch nicht eigentlich lehren n, so läfst sich doch manches Angemessene darüber sa- und das ist es, was wir nun zu thun versuchen wollen.

I. Sobald sich irgend eine Erscheinung als Gegenstand er Erklärung anbietet, suchen wir dieselbe auf eine von *Ursachen* zu reduciren, von denen wir bereits aus vor- henden Erfahrungen wissen, dafs sie ähnliche Erschei- en zu erzeugen im Stande sind. Dafs diese Ursachen vor n keine leeren Einbildungen oder grundlosen Hypothesen, ehemals die *fuga vacui* in der Physik, das Phlogiston in Chemie u. dgl., sondern dafs sie, wie Newton sie nannte, *causae* seyn müssen, ist für sich klar, so wie schon dem Vorhergehenden erhellt, dafs hier nur von den der einung *zunächstliegenden*, nicht von den letzten oder ten Ursachen derselben die Rede ist. Dieses Aufsuchen

des nächsten Erklärungsgrundes wird aber im Allgem desto besser vor sich gehn, je mehr solcher analoger Fäll reits bekannt geworden sind, d. h. je mehr Kenntnis Erfahrungen wir bereits gemacht haben, um daran die Erscheinungen anknüpfen zu können. Hierin zeigt sich leicht mehr, als sonst irgendwo, der grofse Vortheil ein reits früher gesammelten Schatzes von Kenntnissen, oh auch der gröfste Scharfsinn nur selten oder nie zu bed den Entdeckungen gelangen wird.

II. Sobald sich einmal sehr viele Analogieen für solche nächste Ursache zeigen, mufs man sie festhalten für weitere Untersuchungen aufbewahren, selbst dann, diese Ursache unwahrscheinlich oder ihre Ableitung aus dern höhern Versuchen jetzt noch unmöglich wäre. Als Bradley bei allen Fixsternen eine eigne Bewegung be die mit jedem Jahre periodisch wiederkehrte, glaubte fangs diese Bewegung in einer jährlichen Parallaxe dersel finden. Allein er überzeugte sich bald, dafs dieses nic Grund jener Erscheinung seyn konnte. Als er den Geg weiter verfolgte, bemerkte er, dafs jeder Fixstern im Laufe eines Jahres eine kleine Ellipse beschreibe und die grofse Axe bei allen diesen Ellipsen gleich grofs, die aber je nach der Lage der Sterne gegen die Ekliptik ve derlich sey. Er bestimmte die Gröfse und Lage dieser k nen Axe und setzte sich dadurch in den Stand, den Ort des Fixsterns in der Peripherie seiner Ellipse für jede Zeit Jahrs mit den Beobachtungen völlig übereinstimmend anzu ben. Hier blieb er einstweilen stehn, obschon es ei so klaren Kopfe gewifs höchst unwahrscheinlich seyn mu anzunehmen, dafs jeder Fixstern in jedem Jahre eine sol Ellipse beschreibe. Die Beobachtung zeigte ihm, dafs di der Fall ist, und dieses genügte ihm. Das *nächste Gesetz* Erscheinung war gefunden, und erst später zeigte es sich, dieses Gesetz im Grunde eine blofse optische Täuschung und dafs die ganze Erscheinung ihren höhern Grund in ei andern Gesetze, in der *Aberration des Lichts* habe. H Bradley das von ihm aufgestellte Gesetz verworfen, wei unwahrscheinlich, weil es in der That falsch war, so wür wir nie zur Entdeckung der Aberration gelangt seyn. andern Worten: ein gewisses, nicht eigensinniges, aber mä

räftiges Festhalten an dem, was sich uns einmal von vie-
iten als Wahrheit gezeigt hat, ist eine von den Haupt-
schaften des Entdeckers. Der schwächere Kopf läfst sich
Nebensachen irre führen, während der starke auf das,
er als sein Ziel erkennt, in gerader Richtung losgeht,
sich um die Hindernisse zu kümmern, die sich seinem
entgegensetzen. Wer die nähere Geschichte der Un-
lationstheorie seit dem Anfange dieses Jahrhunderts kennt,
wissen, dafs die beiden Begründer derselben, YOUNG und
RESNEL, als glänzende Beispiele dieses Festhaltens und Aus-
rens angeführt werden können.

III. Gewöhnlich sind die Erscheinungen, welche wir zu
ren, d. h. unter irgend ein Gesetz zu bringen suchen,
wenn sie durch eine allgemeine Analogie zu einer Classe
ordnen erscheinen, doch wieder unter einander verschie-
, so dafs ein minder aufmerksames Auge sie wohl nicht
al als zu derselben Classe gehörend, sondern als einander
de und heterogene Erscheinungen betrachten würde. Ja nur zu
werden auch in der That die Wirkungen von zwei und
Ursachen in diesen Erscheinungen vermischt und dann
häufig ein nicht minderer Scharfsinn in der Trennung des
bundenen, als dort in der Verbindung des nur scheinbar
Getrennten erfordert. Das oben angeführte Beispiel von
BRADLEY gehört ganz besonders hierher, da die Bewegungen,
er von den Fixsternen durch seine ersten genauen Beob-
tungen erkannt hatte, in der That aus zwei ganz verschie-
en Quellen, aus der Aberration und aus der Nutation,
standen, deren jene eine Periode von einem Jahre und
e eine von neunzehn Jahren hatte. Dafs er diese Bewe-
gen von einander trennen, jede für sich besonders ver-
en und endlich auch erklären konnte, charakterisirt ihn al-
schon als einen der gröfsten Astronomen, die je gelebt
n. In diesen, wie überhaupt in allen Fällen ist es von
derer Wichtigkeit, die gesammelten Versuche oder Be-
achtungen in gewisse Classen zu bringen, sie zu ordnen
wo möglich in einer tabellarischen Form aufzustellen, da-
Auge und Geist sie besser zu übersehn im Stande sind.
se Oekonomie der Arbeit, wenn man sie so nennen kann,
in allen Dingen, vorzüglich aber bei Untersuchungen die-
Art von gröfstem Werthe. Bei den eigentlichen Beob-

achtungen, z. B. in der Astronomie, ist dieses oft schw[...] wir die Erscheinungen so nehmen müssen, wie sie u[...] der Natur dargeboten werden. Anders verhält sich die[...] bei den eigentlichen *Versuchen*, z. B. in der Physi[...] Chemie, wo wir die Erscheinungen unsern besondern Z[...] gemäſs selbst abändern, schon dadurch aber oft sehr [...] classificiren und unter einander anordnen können. Al[...] WELLS die einfache Beobachtung gemacht hatte, d[...] Glasscheibe sehr stark, eine ebenso polirte Metallscheib[...] nur sehr wenig oder gar nicht bethaut wird, so lieſs [...] sofort mehrere Scheiben von verschiedenen Materien, [...] Glas, Stein, Holz, Elfenbein u. s. w., machen und alle[...] dieselbe Politur geben, um sie dann neben einand[...] Thaue auszusetzen. Nach einigen Stunden fand er [...] mehr oder weniger bethaut. Er *ordnete* sie demnach [...] *Tafel*, in welcher die am stärksten bethaute Platte de[...] Rang einnahm und die andern stufenweise folgten, [...] die am wenigsten bethaute Platte die letzte Stelle d[...] erhielt. Indem er nun diese Tafel genau betrachtete [...] mit seinen bereits früher gesammelten physikaliſchen [...] nissen (nach I.) verglich, gelangte er zu dem Gesetz[...] *die schlechtesten Wärmeleiter am stärksten bethaut* [...] Allein in dieses Gesetz wollten sich mehrere Körper mi[...] hen Oberflächen, scheinbar wenigstens, nicht immer [...] Rauhes Eisen z. B., besonders wenn es geschwärzt ist, [...] früher und stärker bethaut, als gefirniſstes Papier, obschon [...] erstere ein viel besserer Wärmeleiter ist, als das letztere, [...] mit jenem Gesetze im Widerspruche zu stehn scheint. [...] lieſs sich dadurch nicht irre machen (nach II.), sondern [...] fertigte sich nun mehrere Platten von demselben Stoffe, [...] von verschiedener Politur oder Rauhigkeit ihrer Oberfläche, [...] nachdem er auch hier wieder seine Versuche in eine [...] gebracht hatte, fand er das zweite Gesetz: *daſs die besti*[...]*diirenden* (d. h. die ihre eigene Wärme andern Körpern [...] leichtesten mittheilenden) *Körper am stärksten bethaut* [...] *den*. Auf eine ähnliche Weise untersuchte er auch die [...] kung der innern Textur der Körper auf den Thau, der fe[...] z. B. Stein, Metall, Holz, und der flockigen, z. B. Eide[...] nen, Wolle u. dgl., wobei er die letzten zum Bethauw[...] vor allen andern Körpern am besten geeignet fand, wesw[...]

auch seinen künftigen Beobachtungen vorzugsweise zum [Grunde] legte. Ebenso betrachtete er die Lage der dem Thaue [ausge]setzten Körper gegen die sie umgebenden, wenn sie z. B. [an i]hrer obern oder untern Seite gegen den Himmel oder ge[gen] die Erde verdeckt werden, wenn der Himmel selbst ganz [oder] nur von Wolken bedeckt ist u. s. w. Jeder einzelne die[ser V]ersuche gab ihm ein Gesetz, und indem er dann alle diese [Partic]ulargesetze unter einander verband, gelangte er zu dem [allge]meinen Gesetze der Bethauung, wonach die *Ursache des [Thau]es* darin liegt, dafs der bethaute Körper durch Wärme[strah]lung mehr Wärme verliert, als ihm die ihn umgebenden [Körp]er wieder mittheilen, wodurch er kühler wird, als die [ihn z]unächst umgebende Luft, welche letztere daher die in ihr [enthal]tenen Wasserdünste als durch die Kälte condensirte Was[sertro]pfen auf den bethauten Körper fallen läfst.

IV. So oft eine Erscheinung mehrere bereits bekannte [oder] auch nur geahnete Ursachen hat, mufs man diese Ur[sach]en entweder einzeln oder alle zugleich zu entfernen su[chen] und zusehn, wie sich dann die Erscheinung gestaltet, [welch]es *Residualphänomen* dann gleichsam übrig bleibt. Die[ses is]t eines der vorzüglichsten Hülfsmittel, um zu der voll[stän]digen Kenntnifs des gesuchten Gesetzes zu kommen, und [gar o]ft schon hat dieser Weg zu den interessantesten, vor[her] nicht geahneten Entdeckungen geführt. Seit Newton [wiss]en wir z. B., dafs auch die Kometen, gleich den Plane[ten], nach dem Gesetze der allgemeinen Schwere sich um die [Sonn]e bewegen. Als aber Encke die hierher gehörenden Be[rechn]ungen bei dem nach ihm benannten Kometen mit der [gröfs]ten Sorgfalt ausgeführt und auch seine Umlaufszeit für die [vers]chiedenen Epochen seiner Erscheinungen bestimmt hatte, [fan]d er, dafs da noch ein solches Residualphänomen übrig [blie]b, was sich aus jenem allgemeinen Gesetze der Schwere [nicht] erklären liefs. Er fand nämlich eine mit der Zeit fort[schreiten]de Verkürzung der Umlaufszeit oder, was dasselbe ist, [eine] Verminderung der grofsen Axe der Bahn dieses Kometen, [und] dieses führte ihn auf die Annahme eines durch den gan[zen] Himmelsraum verbreiteten *Aethers*, der allerdings, wenn [er e]xistirt, eine solche Erscheinung zur Folge haben würde und [ü]berdiefs aus andern bekannten Gründen nicht leicht ge[läug]net werden kann. Besonders wichtig und fruchtbar hat

sich diese Untersuchung der Residualphänomene bei den suchen und Experimenten in der Chemie gezeigt. Bei dafür sind so häufig, dafs es schwer wird, dem einen Vorzug vor allen andern zu geben.

V. Eine Hauptregel bei diesen Untersuchungen i den zu untersuchenden Gegenstand in solche Lagen und hältnisse zu bringen, dafs das, was man sucht, am de sten hervortreten mufs. Nachdem Galilei gefunden hatt die von ihm untersuchten Körper in der ersten Secunde 15 Fufs senkrecht gegen die Erde fallen, war es ihm zu thun, dieses Gesetz zu einem allgemeinen, für *alle* per geltenden zu erheben. Er liefs demnach mehrere Körper von verschiedener Gröfse und ungleichem G von der Spitze eines hohen Thurms herabfallen, und Zeit des Falls bei allen diesen Körpern sehr nahe dieselb so stand er nicht weiter an, dieses von ihm entdeckte als ein allgemeines Gesetz der Natur aufzustellen. Da ging er aber eigentlich zwei Fehler, von denen jed eine ihn eben als einen mit dem Entdeckungstalente b Mann charakterisirte. Der erste Fehler war, dafs er v wenigen, bei seinen Versuchen gebrauchten Körpern Weiteres auf alle übrigen schlofs. Allein das ist eben di der *Induction*, die man nun einmal dem Menschen nicht men darf, wenn man ihm nicht zugleich beinahe alle sei genannten Wahrheiten nehmen will. Der zweite Fehler wa dafs die Zeiten des Falls jener Körper nur beinahe gleich ren, da sie doch ganz vollkommen dieselben hätten seyn sen, wenn der Schlufs, den Galilei auf die Resultate s Versuche gründete, seine volle Richtigkeit haben sollte. trat nun wieder der obige Fall (II.) ein, wo sich ein w rer, seiner Sache mit Grund vertrauender Mann durch N sachen nicht irre führen lafst. Er schob die bemerkten D renzen ohne Anstand auf den Widerstand der Luft, de den kleinern und dichtern Körpern kleiner seyn mufste, bei den andern. Eigentlich hatte er sehr dichte und zu sehr lockere Körper (z. B. Gold und Kork oder Federn seinen Versuchen wählen und den Widerstand der Lu jeden dieser Körper entweder berechnen oder für alle zu wegschaffen sollen. Allein das Erste konnte er nicht, wi es denn selbst noch nicht mit der hier nöthigen Schärfe kö

n dem zweiten war die Luftpumpe damals noch nicht nt. Hätte er eine Glasröhre von nur einigen Fuſs Länge er machen können, so würde er seines hohen Thurmes mehr bedurft haben, um zu zeigen, daſs ohne den Widerstand der Luft ein Goldstück und eine Flaumfeder in derselben Zeit gleich tief fallen. Warum aber begnügte sich Newton, zu dessen Zeit die Luftpumpe schon wohl bekannt war, nicht mit diesem Experimente der Glasröhre? Ohne Zweifel deshalb, weil er sah, daſs man die Zeit des Falls eines Körpers durch eine nur geringe Höhe nicht mit der hier nöthigen Schärfe zu messen im Stande ist. Er schlug daher einen andern Weg ein, den besten und sichersten, den wir auch jetzt gehn können, wie ihn denn auch Bessel vor wenigen Jahren in der That noch gegangen ist. Wenn man diesen Fall eines Körpers durch eine nur mäſsige Höhe recht oft wiederholen kann und wenn bei diesen Versuchen mit verschiedenen Körpern der Einfluſs der Luft immer derselbe bleibt, so muſs der Erfolg offenbar ganz anders ausfallen. Dieses that Newton, indem er das *Pendel* zu diesem Zwecke in Anwendung brachte. Er schloſs in die hohle Linse seines Pendels nach und nach verschiedene Körper, Gold, Glas, Holz, Wasser, Wachs, Getreide u. s. w., ein und lieſs für jeden derselben das Pendel eine sehr groſse Anzahl von Schwingungen machen, deren Menge er an einer nebenstehenden Uhr genau zählen konnte. In jeder dieser Schwingungen fiel und stieg der in dem Pendel eingeschlossene Körper durch denselben Raum und in derselben Zeit, einige Tausend Male in jeder Stunde, so daſs auch der geringste Unterschied in diesem Falle, so oft wiederholt, hätte merklich werden müssen, und da kein solcher Unterschied bemerkt werden konnte, so wurde das Gesetz als vollkommen wahr angenommen, in Beziehung auf seine Allgemeinheit sowohl, als auch in Beziehung auf seine volle Genauigkeit.

VI. Einer der mächtigsten Hebel bei der Entdeckung der Naturgesetze ist die Gabe der Auffassung der Aehnlichkeit und Uebereinstimmung zwischen zwei scheinbar oft sehr verschiedenen Dingen. Schon Mersenne hatte die Bemerkung gemacht, daſs gewisse Töne, zu gleicher Zeit angestimmt, für einen Augenblick wenigstens klanglos an unserm Ohre vorübergehen. Grimaldi hatte ebenso bemerkt, daſs zwei Sonnen-

strahlen, in einen einzigen Punct vereinigt, unter gew Umständen diesen Punct nicht, wie man erwarten sollte, beleuchten, sondern vielmehr ganz dunkel machen. beiden Erfahrungen waren über ein Jahrhundert bekannt; sie blieben unfruchtbar, weil sie von einander getrennt ben. Plötzlich vereinigten sie sich in einem und dem Kopfe und YOUNG, dem dieser Kopf gehörte, wurde Begründer der Undulationstheorie des Lichts, die nach was er und FRESNEL in wenig Jahren geleistet haben, der allgemeinen Attractionstheorie an innerem Werthe zur Seite stellen kann. Die Aehnlichkeit des Verlös dort des Tons und hier des Lichts, verbunden mit de berzeugung, dafs der Ton in den Vibrationen der Luft be gab ihm auch sofort die Idee, dafs das Licht in äh Vibrationen bestehn müsse, und diese Idee drängte sich so auf und wurde von ihm gleich anfangs so fest ge dafs ihn weder seine vielen Gegner, noch die anfä Mifsachtung der ganzen gelehrten Welt, noch selbst die baren Widersprüche, die sich ihm in dieser Theorie entgegenstellten, davon abbringen konnten.

VII. Eine andere Facultät des menschlichen Geistes, wie die so eben erwähnte, dem eigentlichen Witze sehr verwandt ist, hat auch schon oft genug zu schönen und fsen Entdeckungen geführt; ich meine den Uebergang, de sehr schnellen Sprung vom Kleinen auf das Grofse und um kehrt. Wie manches Experiment ist zuerst nur in einem U glase oder vor einem Löthrohre gemacht worden, das wir j täglich in grofsen Fabriken mit Hunderten von Tonnen o in Vulcanen mit Millionen von Kubikfufsen Lava aus führt sehn. Umgekehrt zeigt uns der Himmel die Plan unsers Sonnensystems durch ungeheure Distanzen von ander getrennt und ganze Gruppen von zahllosen Son in einen ihrer grofsen Entfernung wegen scheinbar en Raum zusammengedrängt, aber in der That durch viele lionen von Meilen von einander gesondert und doch d ein gemeinsames Band der Attraction wieder zu einem ei gen Ganzen vereint. Wir staunen über die Gröfse Schauspiels, das sich vor unsern Augen entwickelt, plötzlich springt, wie ein elektrischer Funke, gleichsam serer Verwunderung spottend, der Gedanke hervor, dafs

jedes Sandkorn, deren wir mit jedem unserer Schritte
ıde treten, ein nicht weniger künstliches und wunder-
Gewebe, wie jene Sterngruppe, ist, eine Welt im
n, deren Atome im Verhältnifs zu ihrer eignen Gröfse
ebenso gewaltige Räume von einander getrennt sind, wie
e Gestirne des Himmels, und dafs in diesen Zwischen-
n nicht minder wunderbare Processe des Lichts, der
e und der Attraction vor sich gehn, als zwischen den
n unseres Sonnensystems. Wie es nun auch mit den weitern
e, wie man Versuche anstellen und daraus Folgerungen
esetze ableiten soll, sich verhalten möge, so ist es,
sonst wo, vorzüglich hier nothwendig, sich nicht so-
an Vorschriften, als vielmehr an Beispiele zu halten.
eschichte der Wissenschaften und besonders die Mono-
een der in dieser Geschichte hervorragenden Männer
uns die lehrreichsten Beispiele dieser Art dar. *Exempla prosunt quam praecepta,* sagt Newton in seiner von
refflichsten Beispielen angefüllten und beinahe nur aus
bestehenden *Arithmetica universalis,* indem er von der
ng der Wissenschaften spricht, und dieser goldne, in
nchem unserer hochgestellten neuern Lehrbücher viel
r vernachlässigte Spruch dringt sich noch gebietender
wenn es sich um die Bearbeitung, um die Erweiterung
Vissenschaft handelt.

ehler, die bei diesem Geschäfte zu vermeiden sind.

s ist ebenso schwer, mit einiger Vollständigkeit die *Re*-
nzugeben, die man bei dem Aufsuchen der Gesetze in
rscheinungen der Natur zu beobachten hat, als die *Feh*-
fzuzählen, die man bei diesem Geschäfte vermeiden soll.
eisten von beiden verstehn sich bei einem wohlgeord-
Verstande gleichsam schon von selbst, wie dieses, wohl
em noch höhern Grade, bei den sogenannten morali-
Wissenschaften der Fall ist, obschon in beiden, man
es gestehn, sobald es zu der eigentlichen praktischen
hrung kommt, nur zu oft gegen diese so klaren und ein-
Vorschriften gefehlt zu werden pflegt. Der berühmte
agor, vielleicht der gröfste Mathematiker, der je gelebt

hat, wurde, wie man es erwarten kann, oft genug von
dern über die Art oder Methode befragt, wie man die m
matischen und andere verwandte Wissenschaften er
oder studiren müsse; aber er soll beinahe jedesmal, we
che Fragen an ihn gestellt wurden, eine innere Abne
sich über solche Dinge zu erklären, geäufsert und den
stens unberufenen Frager ohne genügende Antwort g
haben. Einst über diese Abneigung selbst befragt g
wie Delambre in seiner Biographie Lagrange's
als die ihm wahrscheinlichste Ursache dieses Widerwille
an, dafs er selbst seine Studien ohne Lehrer und Begleit
nur zu oft auch ohne einen eigentlichen vorhergegang
Plan gemacht und überhaupt von allen diesen Vorsch
nicht viel gehalten habe. „Nicht dafs ich," fuhr er fort,
„über nicht ebenso viel sprechen könnte, als mancher A
„denn ich habe wenigstens später oft darüber nachgedacht,
„chen Weg ich früher hätte gehn sollen; indefs war ich
„auch damals nicht ohne gewisse Principien, die ich abe
„aus einer Art von Instinct, als aus Grundsatz befolgte
„indem ich mich diesem überliefs, befand ich mich m
„sehr wohl dabei." Als er nun, im Verfolg des Gesp
wenigstens um die Mittheilung dieser Principien ersucht w
führte er das Folgende an, was wir der gröfsern Genaui
wegen mit seinen eigenen Worten wiedergeben. „Je n'étu
„jamais dans le même tems qu'un seul ouvrage, mais
„était bon, je le lisais jusqu' à la fin. Je ne me hérissais p
„d' abord contre les difficultés, mais je les laissais pour y
„venir ensuite vingt fois s'il le fallait. Si après tous ces
„forts je ne comprenais pas bien, je cherchais comment
„autre avait traité ce point-là. Je ne quittais point le li
„que j'avais choisi, sans le savoir, et je passais tout ce qu
„savais bien, quand je le relisais de nouveau. Je regard
„comme assez inutile la lecture des grands traités d' anal
„pure, car il y passe, à la fois, un trop grand nombre
„méthodes devant les yeux. C'est dans les ouvrages d'
„*plication*, qu' il faut les étudier, on y juge de leur uti
„et on y apprend la manière de s' en servir. Selon moi c
„aux *applications*, qu'il convient surtout de donner son t
„et sa peine. Il faut se borner en général à consulter
„grands ouvrages sur le calcul, à moins qu' on ne renco

méthodes inconnues ou curieuses par leurs usages analy-
es. Dans mes lectures je réfléchissais principalement sur
qui pouvait avoir guidé mon auteur à telle ou telle trans-
mation ou substitution, et à l' avantage, qui en résultait;
quoi je cherchais si telle autre n'eût pas mieux réussi,
de me façonner à pratiquer habilement ce grand moyen
analyse. Je lisais toujours la plume à la main, deve-
t tous les calculs et m'exerçant sur toutes les questions,
je rencontrais, et je regardais comme une excellente pra-
celle de faire l'analyse des méthodes et même l'extrait
résultats, quand l'ouvrage était important ou estimé. Dès
premiers pas j'ai cherché à approfondir certains sujets
avoir occasion d'inventer, et à me faire autant que
ible des théories à moi sur les points essentiels, afin de
mieux graver dans ma tête, de me les rendre propres
de m'exercer à la composition. J'avais soin de revenir
emment aux considérations géométriques, que je crois
propres à donner au jugement de la force et de la
. Enfin je n'ai jamais cessé de me donner cha-
jour une tâche pour le lendemain. L'esprit est pa-
, il faut prévenir á sa lâcheté naturelle et le tenir
haleine pour en développer toutes ses forces et les avoir
pour le besoin; il n'y a que l'exercice pour cela.
encore une excellente habitude que celle de faire, au-
t qu' on le peut, les mêmes choses aux mêmes heures, en
ervant les plus difficiles pour le matin. J'ai pris cette
utume du roi de Prusse, et j'ai trouvé, que cette ré-
larité rend peu-à-peu le travail plus facile et plus
éable."

Diese Bemerkungen scheinen mir so vorzüglich, dafs
n über jede derselben eine eigene Abhandlung schreiben
nte, wenn sie nicht eben dadurch an ihrem concentrirten
the wieder verlieren müfsten. Es wäre sehr zu wünschen,
s uns die andern hervorragenden Männer der Wissenschaft
iche Bemerkungen hinterlassen hätten oder dafs doch die
igen, die man noch auffinden kann, gesammelt und unter
immte Gesichtspuncte geordnet würden. Welchen Werth,
lchen Nutzen könnten nur die wenigen Worte Newton's,
n sie nach ihrem ganzen Gehalte erwogen werden, auf
, den Wissenschaften sich widmende Männer haben, die

er zur Antwort gab, auf welche Weise er zu seinen gr
Entdeckungen gekommen sey: „*Indem ich immer* d
nachdachte," während der gröfste Theil dieser jungen
der Meinung ist, dafs es schon hinreiche, diese Din
eben in irgend einem Buche flüchtig gelesen und hö
seinem Gedächtnisse eingeprägt zu haben, ohne weiter i
ringsten darüber selbst nachzudenken. Sie wollen es sich
machen, wie es jene nach ihrer Ansicht auch gethan hab
ihre Entdeckungen alle, gleich der blinden Henne, welche
körner findet, nur im Vorbeigehn und zufällig gemacht,
ohne zu bedenken, dafs die Götter selbst ihren Lie
unter den Menschen nichts ohne Arbeit und Mühe ge
haben.

Nicht minder wichtig, nicht nur für jeden Ei
sondern für unsere ganze Erziehungs- und Bildungs
niedern und höhern Unterrichtsanstalten, ist vielleicht di
merkung, dafs beinahe alle grofsen Entdecker in den
wissenschaften zur Zeit ihrer Jugend nicht sowohl mit
retischen, als vielmehr mit praktischen Arbeiten, mi
dellen und Maschinen u. dgl. sich vorzugsweise besc
und dafs sie vielleicht eben dadurch jenen hohen Stand
erreicht haben, auf welchem wir sie jetzt mit so viel
bewundern. *C'est aux applications, qu'il convient* s
de donner son tems et sa peine, wie LAGRANGE gesagt
und diese *Applicationen* sind es doch, die bei aller un
frühern und spätern Erziehung viel zu sehr vernachlässigt
den, da Alles nur auf das Erlernen der Regeln verwendet
selbst dieses Erlernen meistens nur als Sache des Gedächt
ses behandelt wird, während die höhern Facultäten des
stes gröfstentheils leer ausgehn. Jene mechanischen Besc
tigungen, die z. B. mit der Construction von Modelle
nur einigermafsen zusammengesetzten Instrumenten verbu
sind, fesseln besonders den jugendlichen Geist auf eine
eigenthümliche Art, und sie gewöhnen, ja sie zwingen
gleichsam, den Gegenstand, den man zu seiner Untersuc
gewählt hat, in allen seinen Theilen zu durchdenken
was besonders zu berücksichtigen ist, nichts Unklares, H
verstandenes aufkommen zu lassen, endlich bei allen Hinder
sen sich selbst und durch seine eigene Kraft zu helfen.
NEWTON ist bekannt, dafs er bis in sein vierzehntes Jah

er Stadtschule zu Grantham eine sehr mittelmäfsige Rolle
ite, weil er nichts auswendig lernen wollte, was doch al-
gefordert wurde, und weil er sich lieber mit der Verfer-
ng von kleinen Windmühlen, von Wasser- und Sonnen-
ren u. dgl. beschäftigte, die er mit einer für sein Alter sel-
nen Präcision zu verfertigen wufste. Huyghens behielt ei-
n ähnlichen Hang seiner Jugend sein ganzes Leben hindurch
, wie er denn im hohen Alter noch einen grofsen Theil
ner Zeit mit der Verfertigung von Planetarien und andern
sammengesetzten Maschinen zubrachte. Bei James Watt,
m Erfinder der Dampfmaschine, trat diese Eigenschaft, wie
n erwarten kann, in einem noch höhern Grade hervor, so
s selbst seine Verwandten ihn oft bitter tadelten, seine Zeit
t solchen Tändeleien zu verderben und dafür die Geschäfte
r Schule zu versäumen. „Ich habe doch noch keinen faulern
ngen gesehn, als du bist," sagte einmal sein Grofsvater zu
m, „so nimm doch ein Buch zur Hand und beschäftige dich
nmal auf eine nützliche Weise. Die ganze Stunde, die du
n da stumm gesessen hast, was hast du da gethan? Nichts
s den Deckel von dem Theetopfe abgenommen und auf-
gesetzt und wieder abgenommen und die Tropfen an dem
eckel angeguckt, die jeder Narr schon kennt und die du
llein noch nicht zu kennen scheinst. Es ist eine rechte
chande von dir, deine Zeit so lüderlich hinzubringen." Der
te Grofsvater glaubte mit allen Narren diese Tropfen schon
hr gut zu kennen, und er würde wohl verächtlich gelächelt
ben, wenn man ihm gesagt hätte, dafs die vorzüglichste
tdeckung, durch die sein fauler Enkel unsterblich werden
ürde, eben in seiner besondern Art, den Dampf in Tropfen
verwandeln, bestehn sollte.

Also auch hier, wie zu Ende des vorhergehenden Ab-
hnitts, werden Beispiele wieder besser und wirksamer seyn,
s alle gute Lehren. Da aber hier nicht der Ort ist, eine sol-
he Beispielsammlung aufzustellen, so wollen wir uns zum
hlusse dieses Artikels mit der Anführung eines einzigen,
ber grofsen und durchgreifenden begnügen, um dadurch auf
nen Hauptfehler aufmerksam zu machen, dessen Nichtbeach-
ng den Fortgang der gesammten Naturwissenschaften durch
ehr als zwei Jahrtausende nicht nur verzögert, sondern völ-
g aufgehalten hat. Warum haben die alten Griechen und

Römer und nach ihnen die Araber und das ganze Mitte vom PYTHAGORAS bis auf GALILEI, also von 500 vo 1600 nach dem Anfange unserer Zeitrechnung, in den züglichsten Naturwissenschaften, der Astronomie, Optik chanik u. s. w., so äufserst wenig geleistet, so dafs di sultate ihrer mehr als zweitausendjährigen Arbeiten mit eines einzigen Decenniums der neuern Zeit verglichen ko Betrachtung kommen? Die wahre Antwort auf diese Frage für uns von hoher Wichtigkeit seyn, selbst wenn wir w als dieses in der That der Fall ist, zu besorgen haben ten, von unsern neuern Naturphilosophen wieder auf d ben falschen und ganz ungangbaren Weg zurückgefüh werden.

Man hat die Auflösung dieses die ganze Menschh trübenden, ja entehrenden Räthsels gewöhnlich in dem M der Beobachtungen, in der gänzlichen Abwesenheit all gentlichen Versuche und Experimente gesucht, durch w sich die griechischen Philosophen und alle ihre Nachfol zum Anfange des 17ten Jahrhunderts zu ihrem eignen ten Nachtheile ausgezeichnet haben sollen. Es ist all wahr, dafs die Alten weder so viele, noch auch so gute obachtungen angestellt haben, wie die Neuern, weil ihne Mittel dazu fehlten und weil wenigstens die meisten Philosophen sich mehr mit Ideen, als mit Thatsachen und fahrungen zu beschäftigen pflegten. Allein wenn man Ausdruck *Beobachtung* oder *Versuch* in seiner allgemei Bedeutung nimmt, so wird man wohl zugestehn müssen, die Alten den Werth derselben gehörig anerkannt und von ihnen keinen geringen Gebrauch gemacht haben. A STOTELES und alle anderen Philosophen haben auf das stimmteste behauptet, dafs alle unsere Erkenntnifs von der fahrung ausgehe und ausgehn müsse. Man kann sich dar nicht bestimmter ausdrücken, als der Stagirite in der folg den Stelle[1] gethan hat. „Der Weg der Philosophie," er, „ist derselbe, wie der aller andern Wissenschaften. „mufs nämlich zuerst Thatsachen sammeln und davon so „als möglich zusammentragen. Wenn man dann nicht d „ganze Masse auf einmal, sondern wenn man dieselbe

1 Anal. Prior. I. 30.

ise, einen Theil nach dem andern betrachtet, so wird Sache dieser Betrachtung oder dieser Beobachtung, incipien für jeden Gegenstand aufzusuchen, wie z. B. onomischen Beobachtungen uns die Principien der astrohen Wissenschaft liefern. Denn wenn die himmli- Erscheinungen gehörig aufgefafst (beobachtet) werden, n man dann aus ihnen die Gesetze (Principien) der nde ableiten. Dasselbe läfst sich auch von jeder an- Wissenschaft sagen, so dafs, wenn wir einmal die chen (τὰ ὑπάρχοντα) eines Gegenstandes erhalten has dann unsere Sache ist, daraus die einzelnen Gesetze g abzuleiten." Diese Thatsachen begreift er wieder an andern Orte[1] unter der Benennung der *Sensation*. „Es r," sagt er, „dafs, wenn die Sensation unvollständig auch die darauf gebaute Erkenntnifs unvollständig seyn da wir zur Erkenntnifs nur durch Induction oder durch nstration gelangen und da wir keine Induction ohne gegangene Sensation machen können."

lerdings haben sie sich vorzüglich mit allgemeinen Prinbeschäftigt, am liebsten mit den allgemeinsten, die sie konnten, aber doch immer nur in der Absicht, um damehrere Classen von sinnlichen Erscheinungen, um daihre *Beobachtungen* darstellen zu können, was ihnen oft schlecht genug gelungen ist. Die Beobachtung dafs die Körper zur Erde abwärts streben, während das und die Luft, wie sie sagten, aufwärts gehn, wurde das Princip erklärt, dafs jedes Ding seine eigene Stelle Ein ähnliches Princip stellt Aristoteles für die Erung auf, dafs flüssige Körper bei einer gewissen Temt fest und feste flüssig werden. Allein es bedarf der ien Beispiele nicht, da ganze grofse Werke dieses Phien offenbar nur auf Beobachtungen gegründet sind, wie seine Schrift von den Farben, von den Tönen, seine nten Probleme und vor allen seine Naturgeschichte und logie oder seine physischen Lectionen, wie er sie gehat. Auch beruht unsere heutige Mechanik, Hydrostas. w. auf Thatsachen, welche die Alten ebenso gut gehaben, als wir selbst, wenn sie sie gleich nicht ebenso

---

[1] Anal. Post. I. 18.

gut zu deuten wufsten. Der eigentliche Fehler ihres V rens liegt also weder in der Mifsachtung des hohen W der Beobachtungen, noch auch in der Vernachlässigung der tischen Anwendung derselben. Am wenigsten aber wi sie beschuldigen können, dafs es ihnen an Scharfsinn habe, diese von ihnen in Menge gesammelten Thatsa vergleichen und zu ordnen. Denn alle die zahlreichen ten, die von Aristoteles auf uns gekommen sind, sich ebenso vortheilhaft durch eine höchst zweckmäfsige sification, als durch eine rein systematische Zusammens aus. Da nun zu einer jeden eigentlichen Wissenschaft vo lem zwei Dinge erfordert werden, Erfahrungen und oder, wenn man lieber will, Sinn und Verstand, und wie wir gesehn haben, den Alten nicht an Erfahrunge Beobachtungen gefehlt hat, so mufs der Fehler in ihre gelegen haben. Das soll aber nicht heifsen, dafs es ih Geisteskraft oder dafs es an dem logischen Zusamme ihrer Ideen gefehlt habe. Wer diese Alten nur einige kennen gelernt hat, wird willig zugestehn, dafs sie in sinn, in der Stärke der strengen Beweisführung, kurz gesammten Geisteskraft bisher noch von keinem Vol Erde übertroffen worden sind. Allein obschon sie b Thatsachen und Ideen, im Ueberflusse besafsen, *so waren diese Ideen weder bestimmt genug*, *noch auch jenen Tha chen vollkommen angemessen*, und dieses ist der Grund, um sie in allen Naturwissenschaften so weit hinter den Ne zurückgeblieben sind.

Einige Beispiele werden dieses vollkommen erläu Wir erklären bekanntlich die *runden* Sonnenbilder in Schatten eines Baumes ganz einfach und befriedigend au kreisförmigen Gestalt der Sonne, verbunden mit der ger nigen Richtung der Sonnenstrahlen. Aber statt dieser der che völlig angemessenen Idee geht Aristoteles bei s Erklärung von der (ganz unangemessenen) Voraussetzung dafs das Sonnenlicht eine eigenthümliche Kreisnatur habe, che Natur dasselbe denn auch überall zu äufsern streben Diese vage, unbestimmte und der zu erklärenden Sache unangemessene Idee war die Ursache, die den Stagiriten derte, von dieser einfachen und alltäglichen Erscheinung wahre Ursache zu finden. Wir erklären bekanntlich die

ngen am *Hebel* alle aus dem Satze, den schon Ar-
es (250 vor Chr. G.) aufgestellt hat, der aber bis Ga-
1600 nach Chr. G.) vernachlässigt worden ist, dafs
für das Gleichgewicht des Hebels die zwei Gewichte
kehrt wie ihre Entfernungen von dem ruhenden Puncte
n. Wie verfährt Aristoteles, um zu derselben Er-
zu gelangen? Zuerst setzt er, im Eingange zu sei-
chanischen Problemen, die wunderbaren Eigenschaften
ises aus einander. „Der Kreis," sagt er, „ist aus der
dung ganz heterogener Dinge entstanden. Er wird
durch einen ruhenden Punct und durch eine bewegte
erzeugt, welche beide Dinge in ihrer innersten Na-
ander entgegengesetzt sind. Auch die Peripherie des
hat ganz entgegengesetzte Eigenschaften, denn sie ist
h convex und concav. Der Kreis hat auch entgegengesetzte
ungen, indem man in ihm zugleich vor- und rück-
gehn kann und doch immer wieder zu demselben
zurückkommt, so dafs jeder Punct dieser Peripherie
h der erste und auch der letzte Punct derselben ist. Da
r Kreis eine so wunderbare Figur ist, so wird es auch
d auffallen, wenn er auch das Princip von andern,
s wunderbaren Erscheinungen ist und wenn aus etwas
n sich Wunderbarem auch wieder etwas anderes Wun-
s abgeleitet wird." Nach diesem sonderbaren Exor-
das ganz im Geschmacke unserer neuen deutschen Na-
sophie abgefafst ist, geht er nun zu seiner Erklärung
bels über. Er zeigt zuerst, dafs, wenn ein Körper am
nes Hebels in Bewegung gesetzt wird, derselbe als
ewegungen in sich enthaltend betrachtet werden mufs,
eine in der Richtung der Tangente und die andere
Richtung des Halbmessers des Kreises, in dessen Pe-
er sich bewegt. Jene erste ist, wie er sagt, die der
angemessene, diese nennt er die der Natur entge-
tzte Bewegung. Nun ist aber, fährt er fort, in dem
Kreise die entgegengesetzte Bewegung stärker, als in
fsern Kreise, und deshalb wird der Körper an dem
Hebelarme durch dieselbe Kraft einen weitern Weg
hrt, als der andere Körper am Ende des kürzern Arms.
unbestimmte und der Sache selbst ganz fremde Begriff,
Logodädalie von den wunderbaren Eigenschaften des

Kreises und von einer der Natur angemessenen und un-messenen Bewegung konnte unmöglich zu einer wahren kenntnifs des Gegenstandes führen.

Alle übrige Beispiele, die wir aus diesem gröfste bewundertsten aller alten Philosophen anführen könnten, durchaus derselben Art. Am auffallendsten erscheint di seinen sogenannten *Problemen*, wo Frage und Antwort ihm selbst in kurzen Worten ausgedrückt neben einand stellt werden. „Warum," heifst es da, „warum kann ei „ner Keil grofse Klötze zersprengen? Weil der Keil," geantwortet, „aus zwei entgegengesetzten Hebeln be „Warum mufs ein Mensch, wenn er von seinem Sitze „steht, die obere und untere Hälfte seines Körpers un „nem spitzen Winkel gegen einander neigen? Weil der „Winkel mit der Gleichheit und Ruhe in Verbindung „Warum treibt man den Stein weiter mit der Schleude „mit der blofsen Hand? Weil der Stein mit der Ha „der Ruhe, mit der Schleuder aber aus einer schon st „benden Bewegung getrieben wird. Warum ist es so s „einen Ton von seiner Octave zu unterscheiden? Weil „das Verhältnifs in der Stelle der Gleichheit steht u. s. Man mufs gestehn, dafs diefs ganz unbestimmte, verwirrte werthlose Antworten sind, die uns über die Sache, welche erklären sollen, ganz im Dunkeln lassen. Die Physik Aristoteles mufs daher als ein ganz mifsrathenes Werk trachtet werden, und es ist schwer zu erklären, wie sol Dinge den menschlichen Geist, den Geist der Besten eines je Volkes, durch zwei volle Jahrtausende hinhalten und an al eigentlichen Fortschritte hindern konnten.

Charakteristisch erscheint bei den aristotelischen Schlüs dafs sie so oft nicht aus der beobachteten Erscheinung se sondern aus dem Worte abgeleitet werden, mit welchen seiner Sprache die Erscheinung belegt wird. Seine *ph schen Lectionen* sind voll von diesen sonderbaren Versuc die Geheimnisse der Natur in dem Bau und der Construc der Wörter zu suchen, durch welche wir dieselben zu zeichnen pflegen. Sobald ihm eines jener abstracten Wö wie Kraft, Stofs, Geschwindigkeit u. dgl., begegnet, such nun dieses Wort mit dem innern Lichte seines Geistes

achten und mit seinem spitzigen Scharfsinne zu durchgrü-
, ohne sich dabei weiter viel um die Sache selbst zu be-
mern, die in der äufsern Sinnenwelt diesem Worte ent-
chen soll. Er scheint als Grundsatz angenommen zu ha-
, dafs die wahre Philosophie nur aus der innern Relation
Wörter hervorgehn könne, und so suchte er denn auch
ganze Weisheit nur in dieser Quelle. Er hätte seine
Begriffe von den Gegenständen durch äufsere Beobach-
fixiren und verbessern sollen, während er sie nur durch
Reflexionen zu erläutern und zu analysiren suchte; er
, durch wirkliche Versuche, jene Begriffe den Thatsa-
anpassen, während er nun umgekehrt diese Thatsachen
so lange änderte und modificirte, bis sie den darüber
enden Wörtern sich anpassen liefsen. Auf diesem Wege
gt er z. B. zu den Sätzen, dafs der *leere Raum* nicht
, dafs alle Dinge ihren eignen Raum suchen u. dgl.
leeren Raume," sagt er[1], „kann es keinen Unterschied
oben und unten geben, denn da bei einem Nichts kein
schied seyn kann, so kann auch keiner bei einer blo-
Negation existiren, der leere Raum ist aber" (wie er
aus der grammatischen Construction des Wortes ge-
hat) „eine blofse Negation der Materie, also würden
in einem leeren Raume die Körper weder auf noch
bewegen, was sie doch ihrer Natur nach thun müs-
also giebt es keinen leeren Raum." Ganz analog ver-
er[2] mit seiner Erklärung der vier Elemente aller Dinge.
auffallendsten aber erscheinen diese *Exspatiationes in-*
, wie sie Kepler nannte, wenn der Stagirit durch seine
bildungskraft in jene höheren Gegenden verleitet wird, wo
weder eigentliche Beobachtungen noch Wörter zu Gebote
, um seine Schlüsse auf sie zu bauen. So beweist er,
im Eingange seiner Schrift *De Coelo,* die Vollkom-
heit der Welt auf folgende Weise: „die Dinge, aus wel-
die Welt besteht, sind alle solide Körper und sie haben
alle drei Dimensionen; aber drei ist unter allen Zah-
die vollkommenste, denn sie ist die erste aller Zahlen"
nämlich eins noch keine Zahl ist und weil man statt

[1] Physik IV. 7.
[2] De Genesi et Corrupt. II. 2.

zwei auch beide sagen kann); „drei ist ferner die Zahl, „die wir Alles bezeichnen können. Diese Zahl drei hat „einen bestimmten Anfang, Mittel und Ende" u. s. w. diesem allen folgt ganz unwidersprechlich, dafs diese von allen möglichen Welten die beste und vollko seyn mufs. Die Pythagoräer haben im Gegentheile di vier, die sie *Tetras* oder *Tetraktys* nannten, für die vo menste aller Zahlen und zugleich für das Symbol der m lichen Seele gehalten. Die spätern Philosophen dieser S wollten der Zahl zehn den Vorzug geben und leiteten aus den Schlufs ab, dafs es auch zehn Himmelskörper i serm Sonnensysteme geben müsse, und da sie nur neun selben kannten, so behaupteten sie kühn, dafs es noch Ἀντιχθών (Gegenerde) gebe, die auf der andern Seite Sonne stehe und daher für uns immer unsichtbar seyn m

Alle diese Verirrungen des menschlichen Geistes en gen aus derselben Quelle, aus dem Mangel an Ueber mung der Begriffe mit den ihnen zu Grunde liegenden Erscheinungen. Die Griechen begnügten sich bei ihr tersuchungen der Natur mit vagen, dunklen, ihren Er gen nur halb oder gar nicht angemessenen Begriffen scheinen sich um jene sonnenklaren und eben dadurch und dauernden Relationen, die zwischen den äufsern Dinge unsern innern Vorstellungen darüber existiren, nur wenig kümmert zu haben. Der verkrüppelte und unförmliche W ihrer Naturwissenschaften war die unmittelbare Folge d Verfahrens. Copernicus, Kepler, Galilei und Stevi sechzehnten Jahrhundert haben endlich den Schleier zer und den dichten Nebel zerstreut, der so viele Jahrhunderte durch die schönsten Länder unseres Welttheils verfinstert Unsere Nachbarn jenseit des Rheins und der Nordsee seitdem muthig und mit dem glücklichsten Erfolge auf neuen Bahn vorgeschritten, und wenn wir hinter ihnen zurückgeblieben sind, so werden wir um so mehr Ur haben, uns zu freuen, da es in den letzten Decennie verflossenen Jahrhunderts nicht an Versuchen gefehlt hat, wieder auf jenen alten, verderblichen Weg der sehr mit recht so genannten Naturphilosophie zurückzuführen, vor man sich, durch lange und traurige Erfahrungen gewarnt, leicht zu viel in Acht nehmen kann. Aus diesem Gr

zum Schlusse dieses Artikels der Gegenstand unter uns er besprochen werden. Umständliche Nachweisungen dar- findet man in dem ersten Theile von WHEWELL's Hi- of the inductive Sciences. London 1837, deutsch bei n in Stuttgart 1840. Eine andere mit dem Vorher- nahe verwandte Betrachtung, die manche Leser viel- schon hier erwartet haben, werden sie in dem Artikel *scheinlichkeitsrechnung* finden.

L.

Verticalkreis, s. Scheitelkreis.

Verticallinie, s. Scheitellinie.

Verwandtschaft[1].

ahlverwandtschaft, Wahlanziehung, nität, chemische Kraft; *Attractio electi- Affinitas*; Attraction élective, Affinité; *Af-*

I. Begriff der Affinität.

Die Anziehungskraft[2] oder das Bestreben der Materien, zu nähern und zu vereinigen, kann in die *mechanische* in die *chemische* eingetheilt werden. Bei ersterer, zu er *Gravitation*, *Cohäsion* und *Adhäsion* gehören, er- die Annäherung und Vereinigung der Materien ohne erung ihrer Eigenschaften, die räumlichen Verhältnisse chnet; bei der chemischen dagegen, welche den Gegen- dieses Artikels ausmacht, vereinigen sich Stoffe, welche

---

1 Zu diesem Artikel gehört die Kupfertafel XXXIX, welche keine Figuren enthält, deren Nummern mit den übrigen in ge- r Weise fortlaufen, sondern für sich numerirte, die chemi- Zersetzungen darstellende Schemata, auf welche, wie sonst e Figuren, am Rande durch Sch. und die bezeichnende Num- ngewiesen wird.

2 S. Art. *Anziehung*. Bd. I. S. 821.

unsern Sinnen heterogen erscheinen, zu einem homog
Ganzen, in welchem sich auch mittelst noch so gut be
neter Sinne nichts Ungleichartiges mehr entdecken läfst.
wohl der Act dieser Vereinigung, als auch das hierdurc
zeugte Product heifst *chemische Verbindung* oder *Misc*
oder ein *Gemisch* (im Gegensatze zu dem durch Adhäsio
zeugten *Gemenge*), und in dem Falle *Auflösung*, wen
Product flüssig ist. Die in einer chemischen Verbindung
haltenen hererogenen Stoffe sind ihre *Bestandtheile*, von
chen, wenn der eine flüssig, der andere fest ist, erster
Auflösungsmittel, *Menstruum*, letzterer als *aufgelöster*
per, *Solutum* unterschieden wird.

Die Aeufserungen der chemischen Kraft haben mit d
der Adhäsion am meisten Aehnlichkeit, sofern durch beide
gleichartige Stoffe, die in unmittelbare Berührung kom
zu einem Ganzen verbunden werden. Aber die durch A
tät erzeugte Verbindung erscheint unsern Sinnen gleic
und läfst, wofern sie durchsichtig ist, das Licht, wenn
oft gefärbt, doch immer klar hindurch, weil die chemisc
einigten Stoffe als Ganzes die Brechung des Lichtes bew
z. B. die Auflösung von Salz in Wasser, von flüchtige
in Weingeist, die Verbindung der Kohlensäure mit Kalk
Kalkspath, des Schwefels mit Zink zu Blende. Bei ei
mechanischen Gemenge dagegen lassen sich meistens die G
mengtheile durch die Sinne unterscheiden und das Geme
erscheint trübe, auch wenn die Gemengtheile völlig dur
sichtig sind. Sand, in welchen sich durch Adhäsion Wa
gezogen hat, bietet dem bewaffneten Auge die Gemength
deutlich dar und zeigt dem Gefühle zugleich die Härte
Sandes und die Feuchtigkeit des Wassers; Wasser, in w
chem durch starkes Schütteln Oel fein vertheilt ist, welc
sich wegen der Adhäsion nur langsam wieder ausscheidet,
scheint als eine milchige Flüssigkeit, weil die durchfall
den Lichtstrahlen eine vielfache Brechung und Zurückwerf
nach allen Richtungen hin erleiden, da sie abwechselnd
unter verschiedenen Winkeln auf Wasserschichten und Oe
tropfen fallen. Allerdings läfst sich auch der Kalkspath, ob
wohl er eine chemische Verbindung ist, durch Pulvern u
durchsichtig machen, wie in ähnlicher Gestalt der kohlens
Kalk als Kreide vorkommt, aber dieses Pulver ist nun

menge von Kalkspaththeilchen und Luft und verhält sich eher gleich dem mit Wasser gemengten Oele.

So leicht es mittelst dieser Kennzeichen in den meisten Fällen ist, eine chemische Verbindung von einer mechanischen zu unterscheiden, so zeigen sie sich doch bei den Verbindungen der elastischen Flüssigkeiten als unzureichend. Wie oben[1] auseinandergesetzt worden ist, so erhebt sich eine schwerere Gasart, wenn auch nur an einem kleinen Puncte mit einer darüber befindlichen leichtern in Berührung, allmälig in diese und zieht sie zum Theil zu sich herab, bis überall beide Gase in gleichem Verhältnisse vereinigt sind. Diese Art von Verbindung wird von Berthollet als eine chemische betrachtet, von Andern als eine durch Adhäsion, durch eine Art von Haarröhrchenanziehung bewirkte. Für erstere Ansicht läfst sich anführen, dafs die Verbindung homogen und klar erscheint. Aber aufser den am angeführten Orte angegebenen Gründen dienen vorzüglich noch folgende zur Widerlegung:

1) Eine Gasart läfst sich von einer andern, wofern sie nicht gefärbt sind, durchs Auge nicht unterscheiden, nicht als Gemengen erkennen, denn sie ist unsichtbar, und ein Glasgefäſs hat dasselbe Ansehn, es sey luftleer oder mit irgend einem farblosen Gase gefüllt. Wenn sich nun zwei Gase so fein durch einander zertheilt haben, wie dieses vermöge ihrer aufserordentlichen Beweglichkeit und Feinheit möglich ist, so ist an keine Erkennung ihrer heterogenen Natur zu denken, und auch die schwache Farbe, welche einigen Gasen eigenthümlich ist, wird bei dieser höchst feinen Mengung so vertheilt, dafs auch das bewaffnete Auge nicht im Stande ist, die gefärbten und ungefärbten Gastheilchen zu unterscheiden.

2) Diese feine Vertheilung ist ohne Zweifel auch der Grund, warum das Licht von einem Gasgemenge gleichförmig gebrochen wird und also klar hindurchgeht. Bei einer Mengung von tropfbaren Flüssigkeiten, wie Oel und Wasser, ist wegen ihrer Cohäsion die Mengung niemals so fein.

3) Es fehlen der Mengung der Gase diejenigen Charaktere, durch welche wirkliche chemische Verbindungen ausgezeichnet sind. So ist nicht jeder einfache oder zusammenge-

1 S. Art. *Atmosphäre*. Bd. I. S. 435 ff.

setzte Stoff mit jedem andern chemisch verbindbar; W
mischt sich mit Weingeist, nicht mit Oel, es löst Salz,
Glas u. s. w., und die Kraft, wodurch die chemische V
dung entsteht, ist nach der Natur der Stoffe eine sehr
schiedene. Dagegen mengt sich jedes Gas, es sey ei
oder zusammengesetzt, mit jedem andern, und die Sch
keit der Mengung hängt nicht von der chemischen Nat
Gase, sondern von mechanischen Ursachen ab, besonders
specifischen Gewicht, indem die dünneren Gase sich am sch
sten bewegen. Ferner zeigt es sich bei chemischen Ve
dungen, dafs mittelst einer Flüssigkeit von einem festen
per um so mehr gelöst wird, je mehr die Menge der Fl
keit beträgt. Sieht man nun mit Berthollet die Ve
lung der Wasserdämpfe und anderer Dämpfe unter ihrem
puncte in der Luft als eine Auflösung an, so ist es nicht
erklärlich, warum in demselben Raume und bei dem
Temperatur gleich viel Wasser verdampft, der Raum sey
leer oder mit verdünnter oder verdichteter Luft erfüllt,
warum gar im letzteren Falle, wo die Menge des Aufl
mittels die gröfste ist, die Verdampfung am langsamst
folgt, warum ferner dieselbe Wassermenge verdampft,
Raum enthalte Luft oder Stickgas, Wasserstoffgas u. s.
während doch bei chemischen Verbindungen die Menge
Aufgelösten je nach der Natur des Auflösungsmittels
verschieden ist. Es erfolgt ferner bei den Mengungen der
keine Temperaturänderung, wie diese die wirklichen che
schen Verbindungen begleitet. Bei den meisten chemis
Verbindungen tritt Aenderung des Volumens ein, bei
Mengungen der Gase nicht. Die lichtbrechende Kraft
Gasgemenges hält nach Biot und Arago genau das M
zwischen der lichtbrechenden Kraft seiner Gemengtheile,
bei wirklich chemischen Verbindungen der Gase, z. B.
Wasserstoff- und Stickgases zu Ammoniakgas, nicht der
ist. Bei chemischen Verbindungen zeigt sich häufig au
lende Farbenveränderung, bei Gasgemengen nie. So ist
chemische Verbindung des blafsgelben Chlorgases mit dem
losen Wasserstoffgas, das salzsaure Gas, farblos; dagegen
ein Gemenge dieser beiden Gase die sehr blafsgelbe F
wie diese als Mittel entstehn mufs; ebenso liefert der po
ranzengelbe Untersalpetersäure-Dampf mit farblosen Gasen,

nen keine chemische Verbindung erfolgt, blasser gelbe Gemenge. Ist endlich ein Stoff mit einem andern chemisch verbunden, so vermag ihn ein dritter Stoff meistens schwieriger, zuweilen auch leichter sich anzueignen, als wenn er sich im freien Zustande befindet. So nimmt der Schwefel den Sauerstoff aus dem Stickoxydulgase erst bei einer viel höhern Temperatur auf, als aus dem Sauerstoffgase; umgekehrt entzieht er den Sauerstoff der Salpetersäure schon bei einer viel niedrigern Temperatur, dagegen bedarf er gerade derselben Temperatur, um sich in der Luft zu entzünden, wie in reinem Sauerstoffgase, obgleich dieses in der Luft mit viel Stickgas gemengt ist. Ebenso nehmen die in Wasser gelösten schwefelsauren Alkalien den Sauerstoff der Luft so leicht auf, wie den des Sauerstoffgases, nicht aber den des Stickoxydulgases, weil er in diesem mit dem Stickstoff wirklich chemisch verbunden ist. Die einzige Erfahrung, welche hiergegen zu sprechen scheint, ist die, dafs der Phosphor in der Luft die langsame Verbrennung bei niedrigerer Temperatur zeigt, als im Sauerstoffgas; es ist jedoch erwiesen, dafs diese Verbrennung in einem 5fach verdünnten Sauerstoffgas ebenso leicht erfolgt, wie in der Luft, und es ist also wahrscheinlich blofs die durch das Stickgas bewirkte Verdünnung des Sauerstoffgases, welche die Verbrennung bei niedrigerer Temperatur möglich macht.

Nach allem diesen ist anzunehmen, dafs diejenigen Verbindungen der elastischen Flüssigkeiten unter einander, welche ohne alle Aenderung der Temperatur, des Volumens, der Farbe, der lichtbrechenden Kraft und der chemischen Verhältnisse gegen andere Stoffe erfolgen, nicht als chemische, sondern als mechanische, durch Adhäsion bewirkte, zu betrachten sind. Wird hierbei die atomistische Ansicht zu Grunde gelegt, nach welcher die Gase aus Kugeln bestehn, deren Kern ein wägbares Atom und deren Hülle die Wärme bildet, so ist anzunehmen, dafs bei diesen Mengungen die heterogenen Atome durch ihre Wärmesphären hindurch anziehend auf einander wirken, ohne doch mit einander in Berührung zu treten, und so eine gleichförmige Mengung der heterogenen Kugeln veranlassen. Bei wirklich chemischen Verbindungen dagegen, z. B. bei der Bildung von Untersalpetersäure-Dampf aus Stickoxydgas und Sauerstoffgas, vereinigen sich nach dieser Ansicht die heterogenen Atome, ihre Wärme-

sphären gleichsam durchbrechend, unmittelbar mit einfa zusammengesetzten Atomen, die sich dann wieder, wen Verbindung gasförmig ist, mit Wärmehüllen umgeben. nach bestände das Gasgemenge aus Kugeln von versch Natur, die gasförmige Verbindung aus Kugeln von ei Natur, deren Kern ein zusammengesetztes Atom bildet. rend nach dieser Auseinandersetzung mehrere Chemike Wirkungskreis der Affinität zu sehr erweitert und die Men der Gase als chemische Verbindungen betrachtet haben derselbe durch andere Chemiker zu sehr eingeschränkt w

Hierher gehört DALTON's Ansicht von der Absorptio Gase durch tropfbare Flüssigkeiten, welche er als ein chanische ansieht, die aber nach der oben[1] gegebenen B gung als chemisch zu betrachten ist, während allerdi Absorption der elastischen Flüssigkeiten durch feste K theils auf einer Wirkung der Adhäsion, theils auf ei Affinität beruhn möchte.

Aber nicht bloss diese Verbindungen der tropfbaren sigkeiten mit Gasen, sondern auch die Gemische der tr ren Flüssigkeiten unter einander und die Auflösungen Körper in ihnen werden, sobald sie nicht proportionirt von BERZELIUS, MITSCHERLICH, DUMAS und anderen de gezeichnetsten neuern Chemiker als nicht chemische ange welche durch eine andere Kraft, als die chemischen Verbind gen hervorgebracht worden seyen. So die Mischung von Wa und Weingeist, von Weingeist und flüchtigem Oel, die A lösung von Säuren, Alkalien und Salzen in Wasser, W geist u. s. w. MITSCHERLICH leitet diese Verbindungen der Adhäsion ab; BERZELIUS von einer Modification der A nität, während nach ihm die eigentlichen chemischen V bindungen durch die elektrische Anziehung hervorgebracht w den; DUMAS von einer Kraft, welche er die *Kraft der A lösung* nennt und die er als zwischen der Cohäsion und Affinität inne stehend betrachtet. Während durch erstere mogene Stoffe vereinigt werden und durch die letztere v züglich stark entgegengesetzte nur nach bestimmten Verh nissen zu einem mit eigenthümlichen Eigenschaften bega Producte, so vereinigen sich mittelst der Kraft der Auflö

1 S. Art. *Absorption*. Bd. I. S. 74. 113.

…ugsweise ähnliche Stoffe, z. B. Metalle mit Metallen (de… Verbindung jedoch oft mit starker Feuerentwickelung ver…pft ist), oxydirte Körper mit oxydirten Lösungsmitteln, …stoffreiche Körper, wie Harze, Fette, mit wasserstoff…n Lösungsmitteln, wie Weingeist, Aether und nicht mit …ser, zeigen wenigstens nach einer Seite hin einen Sätti…punct und behalten in dieser Verbindung ihre charakte…en Eigenschaften mehr bei. Er sieht diese drei Kräfte als …ficationen einer und derselben Kraft an, welche sich um …nergischer als Affinität äufsern, je entgegengesetzter sich …e Stoffe sind. Bei diesen Ansichten dürfte es unmöglich …, eine genügende Definition der Affinität und der Adhä… oder auch der Kraft der Auflösung zu geben. Denn auch … diesen Verbindungen bilden heterogene Stoffe, wie Wasser …d Salz, ein homogenes Ganzes; auch sie gehn unter Aende…g der Temperatur, des Volumens, der lichtbrechenden …t und bisweilen auch der Farbe vor sich (so giebt das …s Chlorkupfer mit Wasser eine grüne Lösung, die bei …er Verdünnung blau wird). Allerdings besteht die Tem…änderung bei diesen Verbindungen häufiger in einer Er…igung als Erhöhung. Allein bei Mischungen von Flüs…keiten, wie Weingeist und Wasser u. s. w., tritt meist die … ein, wenn auch nur in geringem Grade, und die be…nden Erkältungen beim Auflösen fester Körper können …, wenn man es zur Regel macht, dafs bei jeder chemi…n Verbindung Wärme frei wird, nichts gegen die chemi… Natur einer solchen Auflösung beweisen, da die hierbei …leicht entwickelte Wärme viel geringer ist, als die zur Flüs…machung verbrauchte und latent gewordene. Wollte man … mit Wärmeentwickelung verknüpfte Verbindungen für che…che erklären und alle von Erkältung begleitete für nicht …mische, so wäre das Gemisch aus Weingeist und Was… eine chemische, das aus Weingeist und Eis eine nicht …ische Verbindung. Ebenso möchte es nicht wohl an…, die Verbindungen, je nachdem sie proportionirt sind … nicht, in chemische und mechanische zu scheiden. Ei… Beispiele mögen dieses erläutern. Die Schwefelsäure ist … jedem Verhältnisse mit Wasser verbindbar. Die Ver…dung von 40 Theilen derselben mit 9 Theilen Wasser zu …iolöl wird mit Recht als eine proportionirte angesehn, denn

sie verdampft beim Erhitzen als Ganzes; ebenso die Ve dung mit 18 Theilen Wasser, denn sie krystallisirt schon 0°. Die Verbindungen mit mehr Wasser dagegen sollen sie nichts Proportionirtes zeigen, als nicht chemische g allein die Verbindung von 40 Schwefelsäure mit 27 W ist dadurch ausgezeichnet, dafs bei ihr die stärkste Ver tung der beiden Stoffe statt findet; so wäre es auch mö dafs die Verbindungen der Säure mit 36, 45 und mehr T len Wasser auch noch einige Eigenthümlichkeiten zeigten sie als proportionirte und also auch als chemische zu betr ten berechtigten; auf jeden Fall ist es schwer einzus warum die Verbindungen der Säure mit den ersten Anth Wasser chemische seyn sollen, die mit den gröfsern M mechanische, und es ist nicht wohl möglich, hier eine s Grenze zu ziehn. Die meisten Salze lösen sich im W nach einem mit der Temperatur wechselnden Verhältnisse diese Auflösungen mögen vor der Hand als nicht propo nirt gelten; aber Fuchs hat gezeigt, dafs 1 Theil Ko genau 2,7 Theile Wasser zur Lösung braucht, welches die Temperatur sey. Dieses ist, wie sich aus der unter genden stöchiometrischen Lehre ergeben wird, das Ver nifs von 1 Atom Kochsalz auf 18 Atome Wasser. W hiernach diese Verbindung proportionirt, also auch chemi ist, warum sind nicht auch andere Lösungen ähnlicher St chemische Verbindungen? Das Glas ferner oder die zus mengeschmolzene Mischung von Kieselerde und Alkalien dü als *kieselsaures* Salz auch nach der hier bestrittenen Ans als eine chemische Verbindung zu betrachten seyn; denn bildet bei hinreichender Hitze die Kieselerde mit den Al lien fast nach jedem Verhältnisse ein klares Glas, ohne bei einem bestimmten Verhältnisse sehr ausgezeichnete Eig schaften hervortreten, nur dafs das Glas um so strengflüssi härter und unlöslicher ist, je mehr die Kieselerde, um so lei flüssiger, weicher und löslicher, je mehr das Alkali v waltet.

Endlich noch folgende Bemerkungen. Wenn auf den satz von Ammoniak die Alaunerde aus ihrer Auflösung Schwefelsäure niedergeschlagen wird, so ist dieses eine W kung der Affinität; wenn dagegen das Wasser aus salpet saurem Wismuthoxyd das Wifsmuthweifs fällt, indem es

einem Theile der Salpetersäure vereinigt, oder der Wein-aus der wässerigen Lösung den Salpeter, weil der Wein-an das Wasser tritt, so sollen diese ganz analogen Zer-ungen nicht Wirkung der Affinität seyn, sondern der Ad-oder Auflösungskraft. Bei solchen Zersetzungen der salze, wie der Wismuthsalze durch Wasser, denen es , und des einfach talgsauren Kalis, dem es die Hälfte Kalis entzieht, würde die Affinität, die man als die Kraft betrachtet, durch eine schwächere Kraft über-den. Wenn endlich ein mit flüchtigem Oel gesättigtes Wasser als eine durch Adhäsion bewirkte Verbindung htet wird, was ist dann das durch noch mehr darin dirtes Oel trüb gemachte Wasser? Es wären zwei durch bewirkte Verbindungen zu unterscheiden, klare, wor-hts Heterogenes bemerkt wird, und trübe, ungleichartig nende. Wollten die genannten grofsen Chemiker den h machen, bei jeder einzelnen Verbindung zu entschei-, welche eine chemische und welche eine mechanische ist, de sich wahrscheinlich die Unmöglichkeit einer solchen ng noch bestimmter herausstellen. Wofern sie jedoch , so würden alle die als nicht chemisch erkannten Ver-ngen keinen Gegenstand der Chemie mehr abgeben, in chemischen Werken nur kurz zu berühren und der Phy-, welche sich mit der Adhäsionslehre beschäftigt, zu über-seyn.

Diese Betrachtungen mögen genügen, das Mifsliche einer icht darzuthun, welche ich um so ausführlicher bekämpfen müssen geglaubt habe, weil sie die gröfsten Autoritäten für hat. Auf jeden Fall liegt dieser Ansicht die Wahrheit Grunde, dafs stärkere und schwächere Affinitäten zu un-scheiden sind, dafs erstere proportionirte und durch auffal-den Charakter ausgezeichnete Verbindungen liefern, letztere der bestimmt proportionirte und in ihren Eigenschaften von Bestandtheilen minder abweichende Verbindungen, da-auch schon Berthollet die innigern Verbindungen als *Combinaisons* von den losern, den *Dissolutions,* unterschied. ch ist dieses nur ein gradweiser Unterschied, der keine arfe Scheidung und keine Zurückführung auf verschiedene äfte zulässt.

II. Verbreitung der Affinität.

Allen einfachen oder bis jetzt unzerlegten Stoffen k
das Vermögen zu, sich mit andern einfachen Stoffen z
einigen, aber nur vom Sauerstoff und Schwefel ist es
macht, dafs sie der Verbindung mit allen übrigen ei
Stoffen, das noch nicht für sich bekannte Fluor ausgen
fähig sind, während die meisten übrigen einfachen
zwar mit mehreren andern, aber nicht mit allen Verbi
gen eingehn. So zeigen die meisten Metalle keine Verbi
keit mit Wasserstoff und Stickstoff. Es ist möglich, dafs
einfachen Stoffen gegen alle übrige Affinität zukommt,
viele Verbindungen nicht erhalten worden sind, theils
es bis jetzt nicht gelungen ist, die Stoffe in diejenig
stände zu versetzen, unter welchen sich ihre Affinität
kann, daher es z. B. auch erst in neuerer Zeit gelang,
Stickstoff mit dem Phosphor und Schwefel zu vereinigen,
weil in manchen Fällen andere vorherrschende Naturkr
Verbindung hindern. Diese sind vorzüglich die Schw
die Cohäsion und die Elasticität. Vielleicht sind es di
häsion und Schwerkraft, welche die Verbindung des K
stoffes mit dem Quecksilber hindern; das Bestreben der
lenstofftheilchen, unter sich verbunden zu bleiben, ist
leicht gröfser, als ihr Bestreben, sich mit denen des Quecks
zu vereinigen, und das gröfsere specifische Gewicht des Q
silbers hindert es vielleicht zugleich, sich in dem viel l
tern Kohlenstoff zu vertheilen. So kann ferner die Elasti
des Wasserstoffs und Stickstoffs der Grund seyn, warum
sich mit den meisten Metallen nicht verbinden, weil sie h
durch ihre elastische Form verlieren würden. Nehmen
hierbei an, ein Gas sey die Verbindung eines wägbaren S
fes mit Wärme, so heifst dieses mit andern Worten:
Affinität des Wasserstoffes und Stickstoffes zur Wärme
gröfser, als die zu den meisten Metallen, daher ihre Ve
dung mit letztern durch die überwiegende Affinität zur Wä
gehindert wird.

Die aus der Vereinigung von zwei einfachen Stoffen e
springenden Verbindungen, die man *Verbindungen der er
Ordnung* nennen kann und zu welchen vorzüglich die un
ganischen Säuren, Salzbasen, Chlormetalle u. s. w. gehö

stentheils wiederum der Vereinigung fähig, und zwar
ı mit einfachen Stoffen, sondern vorzugsweise unter
z. B. Schwefelsäure und Kali. So entstehn *Ver-
n der zweiten Ordnung*, zu welchen vorzüglich die
Salze zu rechnen sind. Diese Verbindungen kön-
wiederum theils unter einander, theils mit Verbin-
der ersten Ordnung zu Verbindungen einer höhern
vereinigen u. s. w. Je verwickelter jedoch die Zu-
etzung der Verbindungen wird, je mehr das Verbin-
treben der darin enthaltenen Elemente hiermit seine
ung erlangt hat, desto mehr nimmt das Bestreben zu
Vereinigungen ab, und die Chemie erreicht hiermit
hre Grenze. Bei den Verbindungen der zweiten Ord-
m man *nähere* und *entferntere*, Bestandtheile, *Prin-
oxima* und *remota* unterscheiden. So sind im schwe-
Kali Schwefelsäure und Kali die nähern und (da
refelsäure aus Sauerstoff und Schwefel, das Kali aus
f und Kalium besteht) Sauerstoff, Schwefel und Kalium
rntern Bestandtheile. Bei Verbindung der dritten Ord-
tte man *nähere*, *entferntere* und *entfernteste* Bestand-
ı unterscheiden u. s. w.

die Verbindungen meistens andere Affinitäten zeigen,
Bestandtheile, so werden bisweilen die Affinitäten der
heile als *primitive*, *elementare* von den *resultirenden*
n der Verbindungen unterschieden. Die ältern Che-
iben folgende hierher gehörige Fälle noch mit beson-
nen belegt. Ist mit dem Stoff A der Stoff B verbind-
r Stoff C nicht, wird es aber letzterer durch seine
ıng mit dem Stoff B, so ist dieses die *vermittelnde
ltschaft*, *affinitas approximans s. appropriata s.*
So wird Alaunerde (C) durch ihre Verbindung mit
säure (B) in Wasser (A) löslich. Ist weder B, noch
verbindbar, wohl aber BC, so ist dieses die neu
Verwandtschaft, *Affinitas producta*. So ist weder
noch Kohlenstoff mit Quecksilber verbindbar, wohl
Verbindung zu Cyan.

III. Bildung chemischer Verbindunge

Den Fall, wo sich zwei oder mehrere Stoffe verei ohne dafs dabei Aufhebung einer vorher bestehenden V dung erfolgt, nannten die alten Chemiker die *zusammen de* oder *mischende Verwandtschaft, Affinitas compo s. mixturae.*

1) Bedingungen, unter welchen die chemis Verbindung erfolgt.

A. Die Affinität der zu verbindenden Stoffe mu der Vereinigung entgegenwirkenden Kräfte, wie Schw Cohäsion und Elasticität, überwiegen.

B. Die zu verbindenden Stoffe müssen in unmitt Berührung kommen, da die Affinität nicht in die Ferne

C. In der Regel mufs wenigstens der eine der z bindenden Stoffe tropfbar oder elastisch flüssig seyn, und er es nicht schon bei gewöhnlicher Temperatur ist, dur here in diesen Zustand versetzt werden. Daher die alte gel: *Corpora non agunt, nisi fluida*, wobei man mit recht annahm, der flüssige Stoff, das *Menstruum*, sey d das Wirkende und der feste Stoff, das *Solvendum,* die zunehmende Last. Der Grund, warum sich feste Stoffe in Regel nicht vereinigen, liegt ohne Zweifel in der Unbew lichkeit ihrer Theile, sie kommen daher nur in sehr wen Puncten mit einander in unmittelbare Berührung; an die Puncten mag sich eine höchst dünne Schicht der Verb dung bilden, allein wenn diese ebenfalls fest ist, so bl sie als eine Scheidewand zwischen den zwei Stoffen gel und hindert somit jede weitere Berührung und Verbind Allein hier gelingt es oft durch anhaltendes Reiben, vollständigere Vereinigung zu Wege zu bringen, z. B. vertheiltes Kupfer mit Schwefel zu vereinigen, wobei sogar Wärmeentwickelung zeigt, weil durch das Reiben innige Berührung der beiden Stoffe vielfach erneuert wi Ist dagegen die Verbindung flüssig, dann kann sie entw chen und damit möglich machen, dafs sich immer neue Th der zwei festen Stoffe berühren und verbinden. So vereinigt s

ser Flüssigkeit Eis unter 0^0 mit Kochsalz und vielen an-
Salzen und festes Wismuthamalgam mit festem Blei-
gam. Ein ähnlicher Fall ist die Verbindung der krystal-
n Kleesäure mit Kalk durch Zusammenreiben, denn da
e mehr Krystallwasser enthält, als der sich bildende klee-
Kalk aufzunehmen vermag, so wird gleich im Anfange
Verbindung ein wenig Wasser frei, welches dann Klee-
auflöst u. s. w. In seltenen Fällen reicht auch schon
chung des einen Stoffes durch Hitze hin, um die Ver-
ng möglich zu machen. So wird mit Kohle umgebenes
in der Glühhitze langsam vom Kohlenstoff durchdrun-
Cämentation). Erfolgt die Verbindung von zwei Stoffen
bei gewöhnlicher oder wenig erhöhter Temperatur, so
dieser Act *Auflösung auf nassem Wege*; muſs höhere
eratur vorausgehn, um vorher Schmelzung zu bewirken,
ist er *Auflösung auf trockenem Wege, Zusammenschmel-*

D. Aber wenn auch die drei genannten Bedingungen er-
, selbst wenn beide Stoffe flüssig sind, erfolgt nicht im-
die Verbindung, wofern nicht eine noch höhere Tempe-
erwirkt. Schwefel läſst sich bei gewöhnlicher Tempe-
mit Quecksilber nur durch anhaltendes Reiben vereini-
auch wenn er bis zu seinem Schmelzpuncte erhitzt ist,
sehr langsam; dagegen bei noch stärkerem Erhitzen, wo-
r aus seinem dünnflüssigen Zustande in einen dickeren
eht, also wegen vermehrter Cohäsion gerade weniger zur
ndung geneigt seyn sollte, und ebenso, wenn er dem
den Quecksilber in Dampfgestalt dargeboten wird, in
m die Elasticität der Verbindung entgegenwirken sollte,
igt er sich mit diesem Metalle rasch und vollständig.
mit der Kohle vereinigt sich der Schwefel nicht bei sei-
chmelzpunct, sondern erst in der Glühhitze, wobei doch
Erweichung oder Schmelzung der Kohle statt findet und
sticität des Schwefeldampfes die Verbindung gerade er-
en sollte. Ebenso ist zur Verbrennung der Kohle in
offgas Glühhitze nöthig. Am auffallendsten ist es end-
daſs sich das Sauerstoffgas mit Wasserstoffgas und vie-
ern brennbaren Gasen mengen läſst, ohne eine chemi-
erbindung einzugehn, die aber in der Glühhitze sogleich
Hier werden die Stoffe einander im möglichst flüssigen

Zustande dargeboten und die Erhitzung kann nur noch Elasticität und damit eine der Affinitätsäufserung entgegen kende Kraft vermehren. Wie in solchen Fällen eine Temperatur die Verbindung befördert, ist noch nicht gend erklärt. Man kann nicht sagen, dafs die Stoffe, sich in der Kälte nicht vereinigen, eine zu geringe A gegen einander haben, um etwa die Cohäsion oder El überwinden zu können, und dafs durch höhere Temp die Affinität vermehrt und dadurch über jene hemmenden Meister würde. Sonst müfsten die so bei höherer Te tur erzeugten Verbindungen in der Kälte, wo die A sshwächer wäre und durch jene Kräfte besiegt würde, zerfallen. Am auffallendsten ist der oben bemerkte Fall sogar gasförmige Stoffe, wie Sauerstoff und Wasserstoff, rer Vereinigung einer höhern Temperatur bedürfen. man dieses auch nach der atomistischen Ansicht daraus ren, wie es auf eine ähnliche Weise schon Monge und Thollet[1] versuchten, dafs jedes Gasatom mit einer sphäre umgeben ist, welche die unmittelbare Berühru heterogenen Atome und damit ihre Vereinigung hindert der zuerst erhitzte Antheil des Gasgemenges durch seine dehnung die benachbarten zusammenprefst und dadurch Annäherung und Verbindung der Atome bewirkt, so diese Erklärung doch sehr ungenügend erscheinen, denn auch durch die rascheste Erhitzung bewirkte Zusammen sung kann nicht für so bedeutend angesehn werden, wenn bedenkt, dafs z. B. das Gemenge aus Sauerstoffgas und serstoffgas in freier Luft aufsteigend schon durch einen sch glühenden Körper entzündet werden kann, wo einerseits Erhitzung und Ausdehnung der zunächst liegenden Th nicht so stark ist und, da das Gasgemenge nach allen S ausweichen kann, die Zusammenpressung geringer seyn auf jeden Fall nicht das 50fache des Luftdrucks bet möchte. Andererseits hat Delaroche[2] gezeigt, dafs ein ches Gemenge, mit Quecksilber gesperrt und 540 Meter ins Meer hinabgelassen, wo es einen 50fachen Luftdruck zuhalten hatte, unverändert blieb. Ja selbst, wenn man

1 S. Statique chimique T. I. p. 304.
2 Schweigger's Journ. Th. I. S. 172.

ugeschmolzenen Glasröhre, die mit zwei eingeschmolze- atindrähten versehn ist und Salzsäure haltendes Wasser inem Manometer enthält, das Wasser durch die Vol- Säule zersetzt, wo das sich entwickelnde Gemenge aus ff- und Wasserstoffgas sich allmälig bis zu einer ng von 150 Atmosphären anhäuft, so tritt nach De- eine Vereinigung ein, sondern die Röhre wird endlich egt. Auch heftiges Schütteln mit Quecksilber bewirkt ine Verbindung dieses Gasgemenges; rasche Compres- einer eisernen Röhre nach Biot [2] allerdings, aber diese der mit Temperaturerhöhung verknüpft. Wenn man dieses Gemenge in einer Röhre so langsam erhitzte, nur immer wollte, und dadurch die successiven Aus- gen und Zusammenpressungen fast ganz aufhöbe, so dennoch in derselben höhern Temperatur die Vereini- rfolgen, wie bei raschem Erhitzen. Es bliebe endlich iger Annahme unerklärt, warum sich viele Gase schon wöhnlicher Temperatur vereinigen, z. B. Salpetergas erstoffgas, salzsaures und Ammoniakgas, hydriodsaures mmoniakgas u. s. w. Hierbei ist es auffallend, dafs die der hier genannten Gase zu denjenigen gehören, wel- en als einatomige werden bezeichnet werden und von n man nach der atomistischen Ansicht annehmen mufs, ihnen die einzelnen Atome gerade mit der gröfsten sphäre umgeben sind.

z der Hand läfst sich daher nur sagen, dafs viele Stoffe eine höhere Temperatur, ohne dafs dadurch ihre Affi- vergröfsert werden, in einen Zustand gelangen, in n sich ihre Affinitäten am besten äufsern können, aber nügende Erklärung läfst sich bis jetzt nicht geben.

In einigen Fällen kann die Wirkung des *Lichtes* die ern Temperatur ersetzen. Ein Gemenge von Wasser- und Chlorgas bleibt bei gewöhnlicher Temperatur im n unverändert; die Vereinigung zu salzsaurem Gas läfst wohl durch Erhitzung nicht bis zum Glühpuncte, als rch Licht, schon durch das blofse Tageslicht bewir- Ein Gemenge von Kohlenoxyd- und Chlorgas wird

Poggendorff Ann. XXXVIII. 454.
G. XX. 99.

durch das Sonnenlicht unter Verdichtung auf die Hälf Phosgengas verwandelt; Glühhitze würde wahrscheinlich selbe bewirken. Verschiedene organische Substanzen n den Sauerstoff der Luft und mehrerer Metalloxyde sowo einer Erwärmung auf 100 bis 200° auf, als auch bei E kung des Sonnenlichts u. s. w.[1]

F. Auch die Elektricität begünstigt viele Verbind Stärkere elektrische Schläge oder der Strom des Volta Apparats, durch Streifen und Drähte von Metallen g bewirken deren Verbrennung. Schwächere elektrische S und zum Theil schon Funken entzünden Schiefspulver, ther und Weingeist, elektrische Funken entzünden di menge von Sauerstoffgas mit Wasserstoffgas und vielen a brennbaren Gasen und von Chlorgas mit Wasserstoffgas ein Gemenge von Sauerstoffgas und Stickgas wird durc haltend hindurchschlagende elektrische Funken bei Geg von Wasser zu Salpetersäure verdichtet. In allen dies len scheint die Feuerentwickelung, die bei der Ver der beiden Elektricitäten statt findet, die Verbindung wirken, und somit reducirt sich die Wirkung der Ele auf die der höhern Temperatur. Nur bei der Verbind Sauerstoffs mit dem Stickstoff scheint diese Erklärung hinzureichen, denn ein Gemenge von Sauerstoffgas, Sti und Wasserdampf, durch eine noch so heftig glühende cellanröhre geleitet, bleibt unverändert. Daher möchte dem Durchschlagen elektrischer Funken durch ein solches gemenge auch die Compression in Anschlag zu bringen welche einzelne Theile des Gemenges hierdurch erleiden; jeder Funke treibt eine kleine Menge Gas mit Schnell vor sich her, macht es glühend und prefst es zugleich zusammen, und so bewirken höhere Temperatur und zugleich die Vereinigung.

G. Während der Druck nur durch Temperaturerh die Vereinigung zu befördern scheint, so giebt es d mehrere Fälle, in welchen eine von durchaus keiner Te raturerhöhung begleitete *Ausdehnung* diese Wirkung her bringt. Phosphor bleibt im Sauerstoffgas bei gewöhnlic Luftdrucke unter + 27° unverändert, erst bei 27° fäng

---

1 Vergl. *Licht, chemische Wirkungen.* Bd. VI. S. 303.

gsam darin zu verbrennen; diese langsame Verbrennung dagegen in verdünntem Sauerstoffgas schon bei einer ren Temperatur. Hierbei ist es merkwürdig, dafs die nung des Sauerstoffgases nicht blofs durch Verminde- s äufsern Drucks bewirkt zu werden braucht, sondern mengung fremdartiger Gase, welche unter den gege- Umständen weder auf den Sauerstoff noch auf den r chemisch wirken, z. B. des Stickgases, Wasserstoff- s. w., zu dem unter dem gewöhnlichen Luftdrucke hen Sauerstoffgas denselben Erfolg hat, weil auch h dasselbe in einen gröfsern Raum vertheilt wird[1]. hängt das Verhalten des nicht bei gewöhnlicher Tem- entzündlichen Phosphorwasserstoffgases[2] zusammen, wenn man es in einer mit Quecksilber gefüllten, fast al geneigten Röhre mit Sauerstoffgas mengt, sich erst tzündet und die Röhre zerschmettert, wenn man sie stellt, sofern die unter dem Gasgemenge befindliche bersäule dasselbe ausdehnt. Die Erklärung dieser Er- gen ist noch nicht gegeben.

Auch die Gegenwart eines mit grofser Oberfläche en festen schweren Körpers, besonders eines Metalles, theils bei gewöhnlicher, theils bei wenig erhöhter tur die Verbindung elastisch-flüssiger Stoffe, beson- Sauerstoffes mit brennbaren Gasen und Dämpfen, die t in der Glühhitze erfolgen würde. Diese Wirkung ie unedlen Metalle weniger deutlich, als die edeln, h mit zunehmender Temperatur ihre Oberfläche mit deckt, und von den edeln Metallen zeigt sie im Grade das Platin, vielleicht weil es das specifisch ist. In je vertheilterem Zustande das Metall dem ge dargeboten ist, je mehr hiermit die Berührungs- rmehrt sind, desto stärker ist die Wirkung, daher bei Platinschwamm und Platinschwarz[3] am auffal- zeigt. Es erfolgt dann auf der Oberfläche des Me- Verbindung des Sauerstoffs mit dem brennbaren die hierdurch entwickelte Wärme erhöht die Tempe-

---

rgl. *Phosphor.* Bd. VII. S. 475.
endas. S. 479.
rgl. *Platin.* Bd. VII. S. 590.

... des Metalls und damit seine Wirksamkeit, und ... durch diese sich im Kreise steigernde Wechselwirk... lich glühend und veranlafst nun die rasche Verbrenn... ... das Metalls zu den G... ... Oberfläche verdichtet zu ... ihrer Wärmesphären ... und sich v... ... Wärme bes... ... hierü... ... durch ... werden.

... sehr ... o... ... nur unter ... Mi... ... mit einander.

... besonders die Bildung chemischer ... Der eine der zu verb... ... finden sich bereits in einer und ... elastisch oder minder cohärent ... und aus welcher sie dann in die ... Stickgas und Wasserstoffgas sind ... Ammoniak weder durch Erhitzung ... Man kann jedoch Ammoniak erhalt... ... mit feuchter Zinnfeile zusammenbri... ... Wasser den Wasserstoff und aus dem S... ... frei macht, die sich dann im Augen... ... im *statu nascenti*, bevor sie noch ... haben, zu Ammoniak vereinigen. Ebe... ... das Stickoxydgas gegen viele andere Stoffe ... säure gegen das Zinn. So entsteht auch das ... Erhitzen von salpetersaurem Kali mit Gum... ... den Stickstoff, letzteres den Wasserstoff ... ...dung liefert, und beim Glühen stickstoffhal... ... Verbindungen, in welchen bereits beide E... ... einer andern Verbindung, enthalten sind.

So erhält man Untersalpetersäure, indem man Am... über glühenden Braunstein oder auch, mit Sau... ...mengt, durch eine leere glühende Röhre leitet. I... des Stickstoffes mit Chlor, Iod, Schwe... ... sich auf keine Weise direct aus Stick... ...offe darstellen; man läfst Chlor auf wi...

saures Ammoniak und Iod auf wässeriges Ammoniak wirken, man erhitzt die Verbindung von Chlorphosphor mit Ammoniak, und man bringt Chlorschwefel mit Ammoniak zusammen, um diese Verbindungen zu erhalten. Das Iod läſst sich mit gasförmigem Sauerstoff auf keine Weise zu Iodsäure verbinden, erhitzt man es aber mit concentrirter Salpetersäure, so entweicht diese als salpetrige, indem ein Theil ihres Sauerstoffs mit dem Iod, zu Iodsäure verbunden, zurückbleibt. Ebenso erhält man beim Auflösen von Iod in wässerigem Kali eine Flüssigkeit, welche Iodsäure und Hydriodsäure an Kali gebunden enthält, indem sich ein Theil des Iods mit dem Sauerstoff, ein anderer mit dem Wasserstoff des Wassers verbindet. Bei diesem Processe kommt die prädisponirende Affinität (s. unten) des Kalis zu diesen beiden Säuren, wodurch ihre Bildung möglich wird, mit in Betracht. Die Bromsäure und die Chlorsäure lassen sich weder aus ihren Bestandtheilen zusammensetzen, noch, wie die Iodsäure, durch Erhitzen des Broms oder Chlors mit Salpetersäure, sondern bloſs nach dem eben angegebenen Proceſs mit wässerigem Kali. Die Verbindung des Wassers mit Sauerstoff zu Wasserstoffhyperoxyd erhält man nicht aus Wasser und Sauerstoffgas, sondern durch Zusammenbringen von Wasser, Salzsäure und Baryumhyperoxyd, wobei sich die Salzsäure mit dem Baryt vereinigt und das Wasser mit dem Sauerstoff, den das Baryumhyperoxyd abgegeben hat, um zu Baryt zu werden. Wasserfreier Baryt nimmt die gasförmige Kohlensäure nicht auf, wasserhaltiger mit Leichtigkeit unter Freiwerden des Wassers. Krystallisirte Alaunerde (Sapphir) und viele andere schwache Salzbasen im krystallisirten oder geglühten Zustande lösen sich nicht in Salzsäure; werden sie aber vorher mit Kali oder einer ähnlichen stärkern Salzbasis zusammengeglüht, womit sie eine Verbindung eingehn, so werden sie darin löslich. Wäre wirklich die Cohäsion der Alaunerde gröſser, als ihre Affinität zur Salzsäure, so dürfte sich die Erde auch nach dem Glühen mit Kali nicht darin lösen, sondern müſste sich nach Entziehung des Kalis durch die Salzsäure wieder unauflöslich ausscheiden. Es scheint nur die besondere Art der Zusammenfügung in ihrem krystallinischen Zustande zu seyn, welche die Aeuſserung der Affinität der Salzsäure hindert. In andern Fällen ziehn im Vereinigungsacte begriffene Stoffe andere, mit welchen sie

in Berührung sind, durch eine Art von Thätigkeitsmitth ebenfalls in den Verbindungsprocefs, in welchen letzte sich nicht gerathen seyn würden. Verbrennt Wasserstoff Sauerstoffgas und ist diesen Gasen etwas Stickgas beige so entsteht neben dem Wasser eine Spur Salpetersäure, bei vorwaltendem Wasserstoffgas zugleich Ammoniak. kanntlich nehmen Zink und Nickel, mit verdünnter Sch säure in Berührung, den Sauerstoff des Wassers auf, ent keln Wasserstoffgas und lösen sich als Oxyd in der S Kupfer für sich thut dieses nicht, aber seine Legirung mit und Nickel, das Argentan, löst sich völlig in verdü Schwefelsäure. Die beiden letztern, sich durch das W oxydirenden Metalle veranlassen daher auch das Kupfer, Sauerstoff desselben aufzunehmen. Ebenso ist das Plat sich in Salpetersäure unauflöslich; aber mit Silber legirt, ches so leicht darin löslich ist, löst es sich ebenfalls. ein Gemenge von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas mit ten organischen Körpern in Berührung, welche, in Selbstentmischungsprocesse begriffen, Sauerstoff aus d gebung aufnehmen und Kohlensäure bilden, so wird Th. Saussure durch diesen langsamen Verbrennungs der Wasserstoff des Gasgemenges veranlafst, sich ebenfa dem Sauerstoff zu vereinigen, und das Gasgemenge versch det. Befinden sich stickstoffhaltige organische Verbind an der Luft in einer solchen Selbstentmischung, wobei ihr Kohlenstoff und Wasserstoff mit dem Sauerstoff der allmälig vereinigt, so vereinigt sich auch der hierbei frei dende Stickstoff im Moment seines Freiwerdens, besonders Gegenwart einer Salzbasis, mit dem Sauerstoff der Luf Salpetersäure. In diesem Falle, auf welchem die gewöhnl Salpetererzeugung beruht, kommt zugleich auch der st *nascens* des Stickstoffs in Betracht.

2) Umstände und Erfolge der chemischen Verbindung.

Alles, was in dieser Hinsicht über die Verbindung wägbarer Stoffe unter einander und mit wägbaren zu wäre, kommt in den die unwägbaren Stoffe abhandel

s vor, daher blofs die Verbindungen der wägbaren hier einer Betrachtung bedürfen.

ıtwickelung oder Verschluckung unwägırer Stoffe bei der Verbindung der wägıren.

le chemische Verbindungen wägbarer Stoffe sind mit lenderung der Temperatur verbunden.

den meisten Fällen zeigt sich eine *Temperaturerhö-* die je nach der Natur der Stoffe bald nur Bruchtheile ırades beträgt, bald zu dem höchsten bekannten Hitzsteigt und, sobald sie bedeutender ist, von Lichtcelung begleitet erscheint. Da diese Wärmeentwickes Art. *Wärme* ausführlicher abgehandelt wird, so möır folgende Andeutungen genügen. Die Wärmeentwicket in der Regel um so bedeutender, je gröfser die Affis sich verbindenden Stoffe ist, und da die einfachen Stoffe ste Affinität zu einander zeigen, so entwickeln sie bei Verbindung auch das stärkste Feuer, z. B. Sauerstoff hle, Phosphor, Schwefel, Metalle, Chlor und Metalle. r Verbindung zusammengesetzter Stoffe steigt die Wärickelung nur selten, wie bei Vitriolöl und Bittererde, Glühhitze.

ese Wärmeentwickelung läfst sich aus der etwa veren Wärmecapacität der neuen Verbindung, so wie aus eiwerden der Flüssigkeitswärme, wenn gasförmige Stoffe Verbindungen bilden, z. B. Sauerstoffgas mit Phosphor sphorsäure, keineswegs genügend erklären. Denn es ich viele Verbindungen, z. B. die des Sauerstoffes mit asserstoff zu Wasser, unter starker Feuerentwickelung, Verbindungen eine gröfsere Wärmecapacität besitzen, durch Berechnung gefundene Mittel der Wärmecapaihrer Bestandtheile beträgt. Ebenso giebt es viele mit verknüpfte Vereinigungen, bei welchen keine Verdichner Gasart vor sich geht oder bei welchen sogar aus Körpern Gasarten gebildet werden. So verbrennt der stoff im Sauerstoffgas zu kohlensaurem Gas, welches Volumen besitzt, wie vorher das Sauerstoffgas, und

...e es hiernach auch als
...bei chemischen Verbin-
...diese durch Schmelzung
...latent wird, so giebt es
...dung wahrscheinlich viel
...die Verbindung des Was-
...peroxyd. Denn wenn die-
...gas zerfällt, so wird be-
..., wiewohl hierbei der Sauer-
...schen Zustand übergeht und

...gen zu bemerkende schwache
...bei sich in dem einen der sich
...dem andern die andere Elek-
...tet worden[1].

...die Verbindung erfolgt.

...*Stoffen* erfolgt die Verbindung um
...ein fester Stoff im Verhältniſs zu
...förmiger Stoff im Verhältniſs zu ei-
...beträgt, weil durch die vorherr-
...den die Cohäsion des festen und durch
...des festen oder liquiden die Elasti-
...m so leichter überwunden wird, je
...on eines festen Stoffes durch Erwär-
...tät eines gasförmigen durch Erkälten
...ringert wird, und je mehr endlich die
...schen den zu verbindenden Stoffen ver-
...mit die chemische Wirkung sich an vie-
...äuſsern kann, je feiner daher ein fester
...wird, und je stärker man die Stoffe mit
...reibt. Geht die Verbindung ohne äu-
...h, so kommt das specifische Gewicht
...Stoffe und die Lage derselben gegen ein-
...befindet sich z. B. ein Salz auf dem Bo-
...gefüllten Gefäſses, so erfordert die Auf-

...icität Bd. III. S. 265.

lösung eine Zeit von Tagen und Wochen, weil die Verbindung specifisch schwerer als Wasser ist, sich übe noch nicht gelösten Theil des Salzes lagert und so di rührung desselben mit dem übrigen Wasser hindert. selbe Salz, in einem Netze oder Trichter im obern Thei Wassers schwebend, löst sich in kurzer Zeit, weil die bindung, so wie sie entsteht, herabsinkt und neue M von Wasser zum Salze treten läfst. Ebenso verhält e mit der Absorption gasförmiger Stoffe durch Wasser. I man Ammoniakgas in ein Gefäfs über das Wasser, so wandelt sich blofs die obere Schicht desselben in wäss Ammoniak, welches, da es leichter als Wasser ist, eine S dewand zwischen dem Gase und dem unten befindlichen ser bildet. Dagegen erfolgt die Absorption äufserst rasch, man das Ammoniakgas mittelst einer Röhre auf den des Gefäfses leitet, weil die sich bildende Verbindung i Höhe steigt, so dafs immer wieder frisches Wasser mi eintretenden Ammoniakgas in Berührung kommt. Sa Gas, auf die Oberfläche des Wassers geleitet, wird d rasch absorbirt, weil die Verbindung schwerer ist, als W daher niedersinkt und frisches Wasser an die Oberfläc ten läfst.

b) *Bei verschiedenen Stoffen* ist wohl anzunehmen, je gröfser die Kraft ist, vermöge welcher sie sich zu ve gen streben, oder die Affinität, um so rascher auch übrigens gleichen Umständen die Verbindung erfolgen w Allein da den verschiedenen Stoffen ein verschiedener von Cohäsion zukommt, welche die Affinitätsäufserung schwert, so erleidet obiges Gesetz in der Erfahrung be tende Ausnahmen. So verbrennt der cohärentere Kohl langsamer, als der Schwefel, wiewohl seine Affinität zum S stoff viel gröfser ist. Auch die Natur der sich bildenden bindung hat Einflufs, weil sie um so weniger ausweich weniger flüssig sie ist. Hierin liegt ohne Zweifel der G der schwierigen Verbindung des Zinks mit Schwefel; der Schmelzpunct des Schwefelzinks liegt weit über dem puncte des Schwefels, daher, sobald das Zink mit einer K hwefelzink bedeckt ist, der übrige Schwefel unve ampft. Zwei tropfbare Flüssigkeiten mischen Schütteln, sehr langsam in der Ruhe, wenn s

-denes specifisches Gewicht besitzen, wo sie sich über
er lagern. Am schnellsten erfolgt die Verbindung gas-
er Stoffe wegen ihrer leichten Vertheilbarkeit durch ein-
Sauerstoffgas und Wasserstoffgas z. B. mengen sich
örmig, und leitet man nun in einem Puncte des Ge-
s, z. B. durch einen elektrischen Funken, die Verbin-
ein, so pflanzt sie sich fast augenblicklich durch das
Gasgemenge fort. Die Vereinigung erfolgt daher bei
iedenen Stoffen um so rascher, je gröſser ihre Affinität,
inger ihre Cohäsion, je leichter sie durch einander ver-
r sind, je weniger sie im specifischen Gewicht differi-
nd je flüssiger die neue Verbindung ist.

Relative Menge, nach welcher sich die Stoffe vereinigen.

t der Betrachtung dieses wichtigen Gegenstandes be-
gt sich die *Stöchiometrie*, *chemische Meſskunst*, *chemi-*
Proportionenlehre oder *Lehre von den chemischen Ae-*
inten.

Die wägbaren Stoffe haben ein Bestreben, sich nach be-
ten Verhältnissen zu vereinigen, welches sich um so
her zeigt, je einfacher sie sind und je gröſser ihre wech-
ige Affinität ist. In Hinsicht der relativen Menge, wo-
ie Verbindung möglich ist, sind folgende Fälle zu un-
iden.

Zwei Stoffe mischen sich nach jedem beliebigen Ver-
se und bei keinem Verhältnisse zeigt die Verbindung
eichnete Merkmale. Dieses kommt am häufigsten vor,
beide Stoffe tropfbar-flüssig sind, z. B. Wasser und
eist, Weingeist und Aether, Aether und flüchtige Oele.

) Ein Stoff A kann zwar die gröſsten Mengen vom
B aufnehmen, aber der Stoff B nimmt nichts mehr von
, sobald er mit einer bestimmten Menge desselben ver-
n ist. So läſst sich ein Theil Leinöl mit 40, 100, 1000
mehr Theilen absoluten Weingeists mischen, aber wenn
hr 30 Theile Weingeist einen Theil Oel aufgenommen
, so bleibt alles übrige Oel ungelöst und liefert beim
eln ein milchiges Gemenge. Ebenso verhalten sich

flüchtige Oele gegen wasserhaltigen Weingeist. Es lassen ferner 10 Theile Kochsalz mit so viel Wasser, als man wenn es nur mehr als 27 Theile beträgt, zu einer klaren lösung mischen; fügt man dagegen zu 27 Theilen Wasser und nach Kochsalz, so lösen sich die ersten Antheile ständig auf, sind aber 10 Theile Kochsalz vom Wasser genommen, so bleibt alles übrige ungelöst. Man sagt das Wasser ist mit Kochsalz *gesättigt*, es ist der *Sättig* *punct* oder *Saturationspunct* eingetreten, es ist eine *gesä* oder *saturirte* Auflösung erhalten worden. Ganz ähnlich halten sich Wasser, Weingeist, Aether u. s. w. gegen schiedene Salze und andere feste Körper, so wie gegen arten[1].

In den meisten dieser Fälle ist der Sättigungspunct fest, sondern nach äufsern Umständen veränderlich. M lösen die tropfbaren Flüssigkeiten von den festen Körper so mehr, je höher die Temperatur ist, wohl durch Schw der der Affinität entgegenwirkenden Cohäsion, und sie men um so mehr Gas auf, je niedriger die Temperatur stärker der äufsere Druck ist, wodurch die Elasticität gesch wird. Doch zeigen sich einige Ausnahmen: 10 Theile salz brauchen zur Auflösung 27 Theile Wasser, welche peratur dieses auch besitze; der Kalk und einige Salze selben lösen sich in heifsem Wasser gerade minder rei als in kaltem; die Löslichkeit des schwefelsauren Natro Wasser nimmt beim Erwärmen von 0 bis 33° in hohem de zu, nimmt aber dann mit höher steigender Temp wieder ab, so dafs aus dem bei 33° gesättigten Wasser Erhitzen sich ein Theil des gelösten Salzes wieder aus det. Nicht blofs die Temperatur, sondern auch der äu Druck scheint auf den Sättigungspunct auch bei nicht g migen Stoffen einzufliefsen. Als Perkins[2] Weingeist mehr Bergamottenöl versetzte, als er aufzulösen vermochte, dieses milchige Gemisch einem Drucke von 1100 Atmosph aussetzte, wurde es durch Auflösung des übrigen Oels klar. Es ist nicht angegeben, ob sich das Oel beim Aufh dieses Drucks wieder ausschied.

1 Vergl. *Absorption.* Bd. I. S. 40.

2 S. Schweigger's Journ. Th. XXXIX. S. 361.

Beim Wasser und Aether zeigt sich noch folgendes eigenthümliche Verhältnifs. Schüttelt man dieselben zu gleichen Theilen zusammen, so scheiden sie sich in der Ruhe in zwei Schichten ab; die untere ist Wasser, mit $\frac{1}{10}$ Aether gesättigt, das mit jeder beliebigen Wassermenge versetzt werden kann; die andere ist Aether, der eine kleine Menge Wasser gelöst hat und mit Aether nach allen Verhältnissen mischbar ist.

3) Zwei Stoffe sättigen sich wechselseitig, d. h. hat der Stoff A eine bestimmte Menge vom Stoff B aufgenommen, so vermag er sich nicht mit noch mehr B zu vereinigen, und ebenso vermag B nur eine gewisse Menge von A aufzunehmen und alles noch weiter zugefügte A bleibt unverbunden. So verhält es sich überall, wo die Stoffe gröfsere Affinität gegen einander äufsern. Die Sättigungspuncte sind hier fest, ändern sich wenigstens nicht durch geringe Verschiedenheiten der Temperatur und des äufsern Druckes. Hierbei zeigen sich folgende Fälle.

a) Der Stoff A ist bei demselben Verhältnisse mit dem Stoff B gesättigt, wie B mit A, oder, mit andern Worten, die beiden Stoffe sind nur nach einem einzigen Verhältnisse mit einander verbindbar. Bringt man z. B. zu 35,4 Gewichtstheilen Chlorgas 1 Theil Wasserstoffgas, so vereinigen sich diese beim Einwirken des Lichts oder der Hitze zu salzsaurem Gase; hält aber das Gemenge entweder mehr als 35,4 Chlor oder mehr als 1 Wasserstoffgas, so bleibt nach der Bildung der Salzsäure das im Ueberschufs zugefügte Gas unverbunden, und bis jetzt wenigstens ist kein Mittel bekannt, eine Verbindung dieser beiden Stoffe nach einem andern als dem angegebenen Verhältnisse zu erhalten.

b) Die beiden Stoffe haben zwei verschiedene Sättigungspuncte, aber nach einem andern Verhältnisse, als nach den beiden, nach welchen die Sättigung erfolgt, ist keine Verbindung möglich oder die zwei Stoffe sind mit einander nur nach zwei Verhältnissen verbindbar. So nehmen 6 Theile Kohlenstoff im Kohlenoxyd 8 und in der Kohlensäure 16 Theile Sauerstoff auf. Im Kohlenoxyd ist der Sauerstoff mit Kohlenstoff gesättigt, denn diese Verbindung, mit mehr Kohlenstoff zusammengebracht, unter welchen Umständen es auch sey, nimmt nicht mehr von ihm auf; andererseits ist in der Kohlensäure der Kohlenstoff mit Sauerstoff gesättigt, sie vermag nicht

noch mehr Kohlenstoff aufzunehmen. Es lassen sich fe keine in der Mitte stehenden Verbindungen beider Stoff halten, die z. B. auf 6 Kohlenstoff mehr als 8 und we als 16 Sauerstoff enthielten, und noch weniger findet ein mäliger Uebergang von der Verbindung im Minimum Sauerstoffes, dem Kohlenoxyd, zu der im Maximum, Kohlensäure statt. Man kann allerdings Kohlenoxyd und lensaures Gas nach jedem beliebigen Verhältnisse zusam bringen und so ein Gas erhalten, welches mehr Saue als ersteres, weniger als letzteres enthält, dieses ist aber als ein Gemenge beider Gase zu betrachten, nicht als ein der Mitte stehende chemische Verbindung; denn jede Ma die das freie kohlensaure Gas aufnimmt, wie Salzbasen, zieht es auch diesem Gemenge und läfst reines Kohlen gas zurück. Dasselbe Gemenge erhält man, wenn man lensaures Gas über eine kleine Menge glühenden Eisens während ein Ueberschufs desselben der Kohlensäure die ihres Sauerstoffes entzieht, so dafs gerade Kohlenoxyd bleibt. Es bilden ferner 35,4 Chlor mit 101,4 Quecksilb Quecksilbersublimat und mit 202,8 Quecksilber das Ka und eine Verbindung, welche auf 35,4 Chlor mehr als und weniger als 202,8 Quecksilber enthielte, würde a Gemenge von Sublimat und Kalomel zu betrachten seyn ersteren an Wasser, Weingeist oder Aether, die ihn sen, abtreten, während das darin unlösliche Kalomel zu bliebe.

c) Zwischen den zwei verschiedenen Sättigungspun nach welchen sich zwei Stoffe vereinigen, sind noch oder 3 andere Verbindungen möglich, oder zwei St sind nach 3, 4 oder 5 bestimmten Verhältnissen mit einan verbindbar. Auch hier findet kein allmäliger Uebergang von Verbindung im Minimum zu der im Maximum statt, sond ein sprungweiser von der einen charakterisirten Verbind zur andern. So bildet der Phosphor, wenn man das problematische rothe Phosphoroxyd unbeachtet läfst, mit Sauerstoff drei Verbindungen: es bilden 31,4 Phosphor m Sauerstoff die unterphosphorige, mit 24 Sauerstoff die ph phorige und mit 40 die Phosphorsäure. Jede dieser Sä bildet mit Salzbasen eigenthümliche Salze. Hätte man d auch ein wässeriges Gemisch, in welchem 31,4 Phosphor

8 und mit weniger als 24 Sauerstoff verbunden ge-
würde, so würde es, mit Barytwasser zusammenge-
ein fast unlösliches Salz fallen lassen, welches Baryt
indung mit phosphoriger Säure enthielte, und in der
eit würde sich die Verbindung des Baryts mit unter-
riger Säure vorfinden. Ebenso ist die durch langsame
mung des Phosphors entstandene syrupartige Flüssig-
neben etwas Wasser auf 31,4 Phosphor mehr als 24
niger als 40 Sauerstoff enthält, als ein Gemisch von
riger und Phosphorsäure zu betrachten; denn aufser-
ſs sie keine ausgezeichneten Charaktere besitzt, liefert
Natron gesättigt und abgedampft, zweierlei Krystalle,
en sich die eine Art wie phosphorigsaures, die andere
osphorsaures Natron verhält. Beim Schwefel sind 4
engen mit Sauerstoff bekannt: 16 Schwefel erzeugen
Sauerstoff die unterschweflige, mit 16 die schweflige,
die Unterschwefel- und mit 24 Sauerstoff die Schwe-
, und auch hier zeigt sich kein allmäliger Uebergang;
nn auch zwei dieser Säuren zugleich im Wasser ge-
n und somit eine scheinbare Zwischenstufe der Ver-
darstellen können, so lassen sie sich dadurch, dafs
n eigenthümlichen Charakter besitzen, sondern nur
aktere der zwei Säuren, aus denen sie gemischt sind,
ch ihr Verhalten gegen Salzbasen leicht als ein sol-
es Gemisch erweisen. Ferner bilden 14 Stickstoff mit
stoff das Stickoxydul, mit 16 das Stickoxyd, mit 24
etrige, mit 32 die Untersalpeter- und mit 40 Sauer-
Salpetersäure. Diese 5 Verbindungen sind alle scharf
risirt. Ein Gas, welches auf 14 Stickstoff mehr als
weniger als 16 Sauerstoff enthielte, würde sich als ein
e von Stickoxydul und Stickoxydgas erweisen, wel-
ztere sowohl durch Schütteln mit Eisenvitriollösung
, als auch durch behutsamen Zusatz von Sauerstoff-
Gegenwart von Wasser zu Salpetersäure verdichtet
könnte, während das Stickoxydulgas unverändert zu-
be. Die salpetrige Säure und die Salpetersäure sind
ie eigenthümlichen Salze, die sie bilden, charakteri-
Nur die Eigenthümlichkeit der Untersalpetersäure kann
fel gezogen werden; denn sie liefert, mit Salzbasen
engebracht, keine besondern Salze, sondern ein Ge-

misch aus salpetrigsauren und salpetersauren Salzen, und daher zum Theil als eine lose Verbindung von salp und Salpetersäure betrachtet, ebenso wie die durch lang Verbrennen des Phosphors entstandene Säure nach Obig ein in Wasser gelöstes Gemisch von phosphoriger und phorsäure angesehn wird. Allein folgende Umstände sp für die Eigenthümlichkeit der Untersalpetersäure. Die trige Säure ist blau, die Salpetersäure, wenigstens im w haltenden Zustande, farblos, die Untersalpetersäure po zengelb. Nach welchem Verhältnisse ferner auch das oxydgas mit Sauerstoffgas bei gewöhnlicher Temperatur Abwesenheit von Wasser zusammengebracht wird, so en immer der gelbrothe Dampf der Untersalpetersäure un etwa vorhandene Ueberschuſs von Stickoxydgas oder stoffgas bleibt unverbunden. Auch bei Ueberschuſs von oxydgas entsteht keine salpetrige Säure. Obiges Gemi phosphoriger und Phosphorsäure existirt ferner nur i wässerigen Lösung, die Untersalpetersäure dagegen f sich. Endlich ist die Leichtigkeit zu beachten, mit sich je nach äuſsern Umständen der Sauerstoff unglei den Stickstoff vertheilt; ohne Zweifel, weil die Affini Salzbasen zur Salpetersäure, als der stärkern, gröſser zur Untersalpetersäure, wird der Sauerstoff beim Ein der Salzbasen auf die Untersalpetersäure veranlaſst, sich gleich zu vertheilen und somit Salpetersäure und salpetrige zu bilden. In mehreren andern Fällen kann man zwi zwei bestimmt charakterisirten Verbindungen liegende Ve dungen als lose Gemische der erstern betrachten. Erhitzt 103,8 Blei an der Luft unter Umrühren bis zum Schm so lange es an Gewicht zunimmt, so zieht es allmäl Sauerstoff aus der Luft an und wird zu gelbem Bleioxyd; ses wird, bei sehr dunkler Glühhitze längere Zeit der Luft geboten, unter Aufnahme von noch 2⅔ Sauerstoff zu ro Bleioxyd; behandelt man dieses mit verdünnter Salpeters so nimmt diese daraus gelbes Bleioxyd auf und läſst das ne Bleioxyd ungelöst, in welchem 103,8 Blei mit 16 Sa stoff verbunden sind. Man kann hiernach das rothe (betrachten entweder als eine unmittelbare Verbindung 103,8 Blei mit 10⅔ Sauerstoff, oder mit gröſserer Wahrsc lichkeit als eine Verbindung zweiter Ordnung, nämlich

Bleioxyds mit dem braunen, in dem Verhältnisse, dafs n enthaltene gelbe Oxyd ebenso viel Sauerstoff enthält, ıs darin enthaltene braune; denn (207,6 Blei + 16 off) + (103,8 Blei + 16 Sauerstoff) = (311,4 Blei + 32 off), und dieses mit 3 dividirt giebt 103,8 Blei auf erstoff oder die Zusammensetzung des rothen Oxyds. h verhält es sich mit den Oxyden des Eisens. 27,2 bilden mit 8 Sauerstoff das Eisenoxydul und mit 12 das tyd; zwischen diesen beiden Sättigungspuncten liegt lich der durch seine Krystallisation als eigenthümlich ichnete Magneteisenstein, welcher auf 27,2 Eisen 10⅔ af 3.27,2 Eisen 4.8 Sauerstoff enthält. Wird sein Pulver mit einer unzureichenden Menge von Salzsäure elt, welche eine viel gröfsere Affinität zum Eisenoxyds zum Eisenoxyd hat, so zieht sie ersteres aus und zteres als rothes Pulver zurück. Hiernach ist der eisenstein mit Wahrscheinlichkeit als eine lose Verbinen Eisenoxydul und Eisenoxyd in dem Verhältnifs zu ten, dafs letzteres 3mal so viel Sauerstoff enthält, als, denn (27,2 Eisen + 8 Sauerstoff) + (54,4 Eisen erstoff) = (81,6 Eisen + 32 Sauerstoff), was mit 3 r 27,2 Eisen auf 10⅔ Sauerstoff oder die Zusammen- des Magneteisensteins giebt.

ie man aber auch dergleichen intermediäre Verbindunrachten möge, ob als Verbindungen der ersten oder eiten Ordnung, so steht so viel fest, dafs der Ueberm dem einen Sättigungspunct zum andern kein allmät, sondern ein sprungweiser, so dafs entweder gar erbindung zwischen ihnen liegt, oder nur einige weestimmt charakterisirte.

i den unter 3, a, b und c betrachteten innigen, nach festen Verhältnisse statt findenden oder proportionirten lungen, welche vorzugsweise in das Gebiet der Stötrie gehören, sind folgende zwei wichtige Gesetze aufgeworden, welche vor der Hand blofs in Bezug auf die dungen der einfachen Stoffe betrachtet werden sollen.

rstes Gesetz, für dieselben zwei Stoffe.

enn sich A mit B nach verschiedenen Verhältnissen gt, so hat man die geringste Menge von B, welche eine

bestimmte Menge von A aufzunehmen vermag, zu multip
ren entweder mit 1⅓, oder mit 1½, oder mit 2, oder mi
oder mit 3, 4, 5 oder einer andern ganzen Zahl, un
übrigen Mengen von B zu finden, welche etwa mit jen
stimmten Menge von A vereinbar sind. Um bei den
führten Beispielen zu bleiben, so nehmen 6 Kohlens
und 16 Sauerstoff auf (= 1:2), 31,4 Phosphor 8, 24 u
Sauerstoff (= 1:3:5), 14 Stickstoff 8, 16, 24, 32 u
Sauerstoff (= 1:2:3:4:5). So verbinden sich 27,2
mit 8, mit 10⅔ und mit 12 Sauerstoff (= 1:1⅓:1½),
Blei mit 8, mit 10⅔ und mit 16 Sauerstoff (= 1:1⅓:2)

Durch dieses von Berzelius entdeckte Gesetz wir
Versuch der Controle durch die Berechnung fähig; hätt
z. B. durch den Versuch gefunden, dafs 6 Kohlenst
Kohlenoxyd mit 8 und in der Kohlensäure mit 15,5
stoff verbunden sind, so würde man, weil durch die
plication von 8 mit 1⅓, 1½ u. s. w. nicht die Zahl 1
halten werden kann, annehmen dürfen, dafs der Versu
weder die Zusammensetzung des Kohlenoxyds oder de
lensäure oder beide nicht ganz richtig angegeben habe.

Zweites Gesetz, für verschiedene Stoffe.

Aus dem Verhältnifs, nach welchem sich A einerseit
B, andrerseits mit C verbindet, läfst sich das Verhältnifs
rechnen, nach welchem eine Verbindung zwischen B u
möglich ist. Ergiebt z. B. der Versuch, dafs sich 1 The
verbindet mit 3 Theilen B und wieder mit 8 Theilen C, so
sich B und C entweder in dem Verhältnisse von 3 B mit
verbinden, oder in einem solchen, wo entweder die
mit einer der folgenden Zahlen multiplicirt sind: 1⅓, 1
2½, 3, 4, 5 u. s. w., oder die 8 C mit einer derselben,
auch einerseits die 3 B, andrerseits die 8 C mit einer ders
die bei beiden eine verschiedene seyn kann. Wie mit d
3 Stoffen, so verhält es sich mit allen übrigen, und wen
her 1 A sich verbindbar zeigt mit 3 B, 8 C, 10 D, 12 E u. s
so wird sich B mit C, D oder E verbinden, entweder in
Verhältnisse von 3:8, von 3:10, von 3:12, oder eine d
Zahlen, oder auch jede derselben, mufs mit einer Zahl aus
ger Zahlenreihe multiplicirt werden, um das Verhältnifs zu fi

piel möge dieses Gesetz erläutern: 16 Schwefel verbin-
mit 103,4 Blei zu Schwefelblei, mit 24 Sauerstoff zu
säure, mit 1 Wasserstoff zu Hydrothionsäure, mit 3 Koh-
n Schwefelkohlenstoff, mit 13,6 Eisen zu Schwefeleisen,
ls Schwefelkies vorkommt. Hieraus ergeben sich bei
bindungen von Blei, Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlen-
Eisen unter einander folgende Verhältnisse. Im gel-
oxyd kommen nach der Erfahrung auf 103,4 Blei 8
f; es sind daher die 103,4 Blei mit 3 zu multipliciren,
chtige Verhältnifs zu erhalten (3.103,8:24 = 103,8:8).
rstoff verbindet sich mit dem Wasserstoff zu Wasser
Verhältnifs von 8:1; also auch die 1 des Wasserstof-
it 3 zu multipliciren (24:3.1 = 8:1). Das Koh-
hält 8 Sauerstoff auf 6 Kohlenstoff; dieses macht auf
stoff 18 Kohlenstoff, daher obige 3 des Kohlenstof-
zu multipliciren sind. Die Kohlensäure hält auf 16
6 Kohlenstoff, also auf 24 Sauerstoff 9 Kohlenstoff,
r die 3 des Kohlenstoffes zu verdreifachen sind. Im Ei-
l sind 8 Sauerstoff mit 27,2 Eisen verbunden, wel-
24 Sauerstoff 3.27,2 Eisen oder 6.13,6 macht. Im
d kommen 12 Sauerstoff auf 27,2 oder 24 auf 2.27,2
daher die obige Zahl des Eisens = 13,6 hier mit 4
werden mufs. Im Magneteisenstein kommen $10\frac{2}{3}$
auf 27,2 Eisen, also 24 Sauerstoff auf 61,2 oder 48
auf 122,4 Eisen. Hier sind also die 24 des Sauer-
it 2 und die 13,6 Eisen mit 9 zu vermehren, um
len zu erhalten. Bei diesem Beispiele ist willkürlich
wefel als dem Stoffe A ausgegangen worden, ebenso
aber jeden andern Stoff zum Ausgangspunct nehmen.
diesen beiden Gesetzen ergiebt es sich, dafs jedem
ein bestimmtes relatives Gewicht zukommt, nach
es sich mit den bestimmten relativen Gewichten der
Elemente vereinigt, nur dafs in vielen Fällen dieses
Gewicht mit einer Zahl aus der öfters mitgetheilten
he multiplicirt werden mufs. Dieses bestimmte rela-
icht der Stoffe heifst bei denjenigen, welche die ato-
Ansicht vorziehn, das *Atomgewicht*, bei denjeni-
lche diese Ansicht noch nicht für hinreichend begrün-
n oder verwerfen, das *Mischungsgewicht*, das *che-
Gewicht*, das *chemische Aequivalent*, das *Gewichts-*

verhältnifs, das *stöchiometrische Verhältnifs* oder die *chiometrische Zahl.*

Wie es sich aber auch mit der Richtigkeit der ato schen Hypothese verhalten möge, so gewährt sie jed sowohl die deutlichste Einsicht in diese beiden Gesetz auch die genügendste ursachliche Erklärung. Man nimmt lich hierbei an, das Gewicht und die Gröfse der Atome und desselben Elementes seyen genau dieselben, währe bei den Atomen verschiedener Elemente verschieden grofs können. Ferner nimmt man an, dafs bei der chemischen bindung die heterogenen Atome sich unmittelbar an ein lagern und so zusammengesetzte Atome bilden, welche einer Masse zusammengehäuft, die neue Verbindung c tuiren. Endlich, dafs die Atome Neigung haben, sich einfachen Zahlenverhältnissen zu vereinigen. Z. B. 1 At mit 1, 2, 3 oder mehreren Atomen B, 2 Atome A' oder 5 Atomen B und 3 Atome A mit 4 Atomen B. (meist unter Mitwirkung der Lebenskraft erzeugten org Verbindungen kommen allerdings noch viel complicirte hältnisse vor.)

Wenden wir diese atomistische Ansicht auf die zur terung des ersten Gesetzes gegebenen Beispiele an, so läß annehmen, dafs, wenn das Gewicht eines Atomes Kohlenst gesetzt wird, das des Sauerstoffatoms 8 beträgt, und i Kohlenoxyd 6 Theile Kohlenstoff auf 8, in der Kohle auf 16 Theile Sauerstoff kommen, so wäre das Kohle als eine Verbindung von je 1 Atom Kohlenstoff mit je 1 Sauerstoff und die Kohlensäure als eine Verbindung v 1 Atom Kohlenstoff mit je 2 Atomen Sauerstoff zu betra Wird das Atomgewicht des Sauerstoffes hiernach = 8 nommen, so könnte man das des Eisens zu 27,2 setzen sagen, das Eisenoxydul (8 Sauerstoff auf 27,2 Eisen) von jedem Element 1 Atom, das Eisenoxyd (12 Sauerstof 27,2 Eisen, oder 24 auf 54,4) halte 3 Atome Sauerstoff Atome Eisen und der Magneteisenstein (10⅔ Sauerstoff auf Eisen oder 32 auf 81,6) halte 4 Atome Sauerstoff Eisen. Ebenso wäre 1 Atom Blei = 103,8 im gelben oxyd mit 1, im braunen mit 2 Atomen Sauerstoff verbu und im rothen kämen wieder 4 Atome Sauerstoff auf 3 A Blei. Endlich wäre 1 Atom Stickstoff mit 1, 2, 3, 4

Sauerstoff verbindbar. Somit erklärt es sich, warum e kleinste Menge von B nur mit einfachen Zahlen zu ren braucht, um die übrigen Verhältnisse zu finden; A nimmt bald 1, bald 2 oder mehr Atome von B auf, ist nur Vermehrung mit ganzen Zahlen nöthig, oder A nehmen bald 3, bald 5 Atome B auf, daher Mul- on mit $1\frac{1}{2}$ und mit $2\frac{1}{2}$, oder 3 Atome A verbinden sich 5, daher Multiplication mit $1\frac{1}{3}$.

Anwendung dieser atomistischen Ansicht auf das zweite ergiebt sich Folgendes. Wenn die Erfahrung zeigt, daſs Theil A mit 3 Theilen B und mit 8 Theilen C ver- , so verhält sich unter der Voraussetzung, daſs in die- bindungen 1 Atom A mit 1 Atom B oder mit 1 Atom mmentritt, das Atomgewicht von A zu B zu C = 1 : 3 : 8. och in diesen Verbindungen auch 1 Atom A mit 2, 3, 4 ehr B oder C vereinigt seyn kann, oder 2 Atome A oder 5 Atomen B oder C, oder 3 Atome A mit 4 B oder C, oder auch umgekehrt 1 Atom B oder C mit nd mehr Atomen A u. s. w., und da endlich auch B nicht immer gerade nach einer gleichen Anzahl der mit einander verbindbar sind, sondern nach einem der angegebenen Verhältnisse, so wird es oft nöthig, die ile B, oder die 8 Theile C, oder auch beide mit einer der öfters mitgetheilten Reihe enthaltenen Zahlen zu iciren, um das Gewichtsverhältniſs zu erhalten, nach em sich B mit C vereinigt.

on dem *absoluten* Gewicht der Atome, welches auf je- all äuſserst klein ist, kann man nichts wissen. Bloſs ewichtsverhältniſs der Atome der verschiedenen Stoffe ander läſst sich aus dem Gewichtsverhältnisse, nach wel- sich die Stoffe vereinigen, mit einiger Wahrscheinlich- estimmen. Dieses *relative Atomgewicht* läſst sich auf- , indem man willkürlich dem Atomgewicht irgend eines eine bestimmte Zahl ertheilt, untersucht, nach welchen htsverhältnissen sich dieser mit den übrigen Stoffen ver- , und hiernach die relativen Atomgewichte dieser be- t.

ierbei sind die Chemiker von zwei verschiedenen Puncten angen. Da die Erfahrung zeigt, daſs das Atomgewicht

des Wasserstoffes von allen das kleinste ist, so haben dieses = 1 gesetzt und hiernach die Atomgewichte der gen Stoffe berechnet. Da andererseits kein Stoff so viel bindungen eingeht, wie der Sauerstoff, so zieht es B lius mit der Mehrzahl der Chemiker vor, das Atom des Sauerstoffes = 100 anzunehmen. Für die erste stimmungsweise spricht, dafs die Zahlen, durch wel Atomgewichte der übrigen Stoffe ausgedrückt werden, als eine Decimale kleiner ausfallen, da z. B. der Sa statt der Zahl 100 die Zahl 8 erhält, und deshalb leic Gedächtnifs behalten und leichter der Berechnung unter werden können, wie sich dieses aus der Vergleichu Columnen E und F der folgenden Tabelle der Atomg ergiebt. Zu Gunsten der zweiten Weise wird zwar a dafs der Sauerstoff in die meisten Verbindungen einge daher deren Berechnung erleichtert werde, wenn e durch so runde Zahlen, wie 100, 200, 300, 400, 500 ausgedrückt wird. Allein die Zahlen 8, 16, 24, u. s. w. sind schneller zu schreiben und erschweren dition nicht merklich. Andererseits ist zu beachten, Wasserstoff in fast allen organischen Verbindungen in sehr vielen unorganischen, zum Theil als Wasser, ten ist, und dafs es hier in der Bequemlichkeit der B nung einen grofsen Unterschied ausmacht, ob er durch durch 12,50 ausgedrückt wird. Uebrigens ist es in schaftlicher Beziehung ganz gleichgültig, von welchem man ausgeht.

Folgende Beispiele mögen zeigen, wie es gelingen k allmälig die Atomgewichte sämmtlicher Stoffe mit Wahrscheinlichkeit festzusetzen; es werde hierbei vo Hand willkürlich angenommen, das Atomgewicht des W stoffes betrage 1. Man findet durch den Versuch 100 T Wasser aus 11,111 Theilen Wasserstoff und 88,889 T Sauerstoff zusammengesetzt. Nimmt man nun als das W scheinlichere an, im Wasser sey je 1 Atom Wassersto 1 Atom Sauerstoff vereinigt, so mufs sich das Gewicht Atoms Wasserstoff zu dem eines Atoms Sauerstoffs ver = 11,111 : 88,889 oder = 1 : 8. Wenn z. B. 100 Gran ser x Atome Wasserstoff enthalten und, nach der V setzung, dafs im Wasser je 1 Atom Wasserstoff mit 1

stoff vereinigt ist, auch x Atome Sauerstoff, so wiegen Atome Wasserstoff 11,111 Gran, die x Atome Sauerstoff 9 Gran, und wenn sich also das Gewicht von x Atomen rrstoff zu dem von x Atomen Sauerstoff wie 11,111 : 88,889 lt, so mufs sich auch das Gewicht von 1 Atom Wasserstoff m von 1 Atom Sauerstoff wie 11,111 : 88,889 oder wie rrhalten. Ferner enthalten 100 Gran Hydrothionsäure ian Wasserstoff gegen 94,1 Gran Schwefel. Setzt man hier als das Wahrscheinlichste voraus, in dieser Verbinsev 1 Atom Wasserstoff mit 1 Atom Schwefel vereinigt, giebt sich das Verhältnifs 5,9 : 94,1 = 1 : 16 oder das ;ewicht des Schwefels ist = 16, das des Wasserstoffes gesetzt. Man kann ferner des Verhalten des Schwefels den Sauerstoff prüfen : 100 Gran schweflige Säure hal-) Gran Schwefel und 50 Gran Sauerstoff. Es verhält 0 : 50 = 16 : 16, und da früher aus der Zusammensetzung 'assers das Gewicht eines Atoms Sauerstoff zu 8 gefunden n war, so kann man folgern, dafs in der schwefligen Säure n Schwefel mit 2 Atomen Sauerstoff verbunden ist. Ferhen 100 Gran Schwefelsäure 40 Gran Schwefel und 60 Sauerstoff, also 16 Schwefel auf 24 Sauerstoff, und da 3.8 ist, so betrachtet man hiernach die Schwefelsäure e Verbindung von 1 Atom Schwefel mit 3 Atomen Sauer-Das Atomgewicht des Kohlenstoffs läfst sich aus seiner dung mit dem Sauerstoff berechnen. Da das Kohlen-i Theile Kohlenstoff auf 8 Sauerstoff, und die Kohlen-6 auf 16 enthält, so setzt man das Atom Kohlenstoff und nimmt es im Kohlenoxyd mit 1, in der Kohlennit 2 Atomen Sauerstoff verbunden an. Im ölerzeugenis kommen auf 6 Theile Kohlenstoff 1 Theil, im Kohserstoffgas 2 Theile Wasserstoff, also Verbindungen von Kohlenstoff mit 1 und 2 Atomen Wasserstoff. Der elkohlenstoff enthält 6 Theile Kohlenstoff und 32 Theile el, also auf 1 Atom Kohlenstoff 2 Atome Schwefel. chen wird das Atomgewicht des Stickstoffes zu 14 geweil sich 14 Theile Stickstoff mit 8, 16, 24, 32 oder ilen Sauerstoff vereinigen, also 1 Atom Stickstoff mit 3, 4 oder 5 Atomen Sauerstoff; im Ammoniak sind 14 Stickstoff mit 3 Wasserstoff verbunden, also 1 Atom ff mit 3 Atomen Wasserstoff; im Cyan finden sich 14

Stickstoff mit 12 Kohlenstoff, also 1 Atom mit 2 Atomen v einigt. Da im gelben Bleioxyd 103,8 Blei mit 8 Sauer verbunden sind, so kann man das Atomgewicht des = 103,8 setzen; diesem entsprechend findet sich der Blei aus 103,8 Blei und 16 Schwefel zusammengesetzt, also wieder nach gleicher Zahl der Atome. So wären, das A gewicht des Wasserstoffes = 1 gesetzt, folgende Atomgew gefunden: Sauerstoff = 8, Schwefel = 16, Kohlenstoff Stickstoff = 14, Blei = 103,8, und ganz auf ähnliche W findet man die Atomgewichte der übrigen Elemente. D Zahlen ändern sich folgermafsen ab, wenn man, statt das A gewicht des Wasserstoffes = 1 anzunehmen, das des S stoffes = 100 festsetzt. Es ist 8 : 1 = 100 : 12,5, d. h. wä vorher das Atomgewicht des Sauerstoffes 8 und das des W serstoffes 1 war, ist jetzt das des Sauerstoffs 100 und d Wasserstoffs wird 12,5. Ebenso erhält man das Atomge des Schwefels (8 : 16 = 100 : x) = 200, das des Kohlen (8 : 6 = 100 : x) = 75, das des Stickstoffs (8 : 14 = 1 = 175 und das des Bleis (8 : 103,8 = 100 : x) = 12 Kurz man hat die Atomgewichte, die nach der Annahme funden sind, das Atom Wasserstoff wiege 1, mit 100 zu tipliciren und mit 8 zu dividiren, um die Atomgewichte zu halten, bei denen das Atom Sauerstoff = 100 gesetzt ist, umgekehrt hat man, um letztere Atomgewichte auf erstere reduciren, dieselben mit 8 zu multipliciren und mit 100 dividiren. So verschieden grofs auch diese Atomgewichte a fallen, je nachdem vom Wasserstoff oder Sauerstoff ausgeg gen wird, so bleibt natürlich das Zahlenverhältnifs immer d selbe und die Verschiedenheit der Atomgewichte ist nur e scheinbare.

Die hier beleuchtete verschiedene Fixirung des Punc von welchem man bei der Bestimmung des relativen Atom wichtes ausgeht, ist übrigens nicht die einzige Ursache, w um in den verschiedenen chemischen Werken die Atom wichte verschieden grofse Zahlen erhalten haben. Noch anderer viel mifslicherer Umstand führt eine Abweichung diesen Zahlen herbei. So wie nämlich die ganze atomistis Ansicht nur als eine wahrscheinliche Hypothese betrachtet w den kann, so beruht auch die Ansicht von einer bestimm relativen Atomzahl in einer Verbindung nur auf Wahrsche

ünden. Man kann nicht beweisen, dafs im Wasser n Wasserstoff mit 1 Sauerstoff, in der Hydrothion- l Atom Wasserstoff mit 1 Schwefel, in der schwef- re je 1 Atom Schwefel mit 2 Sauerstoff, im gelben je 1 Atom Blei mit 1 Sauerstoff verbunden ist. Es h über die relative Atomzahl in diesen Verbindun- andere Annahmen machen und durch Wahrschein- ründe unterstützen, wodurch dann das Atomgewicht d abgeändert wird. Hier ist vor allen Dingen das ns Auge zu fassen, um dessen Zusammensetzung sich t vorzüglich dreht. Oben wurde als wahrscheinlich men, in demselben sey je 1 Atom Wasserstoff mit 1 ıerstoff vereinigt; die meisten Chemiker nehmen da- t Berzelius an, es enthalte je 2 Atome Wasserstoff om Sauerstoff. Alsdann ist 1 Atom Sauerstoff nicht 8, 16 Mal so schwer, als 1 Atom Wasserstoff, und, das icht des Wasserstoffes = 1 gesetzt, ist dann das des fes = 16, wird aber das Atomgewicht des Sauerstoffes setzt, so ist das des Wasserstoffes = 6,25. Denn 1 Atom ? = 16 verbindet sich mit 2 Atomen Wasserstoff :2, oder 1 Atom Sauerstoff = 100 verbindet sich mit ı Wasserstoff = 2.6,25 = 12,5. Zu Gunsten dieser wird vorzüglich folgender Grund angeführt. Berze- lt das Gesetz auf, dafs einfache Stoffe im gasförmi- ande bei gleichem Volumen eine gleiche Zahl von nthalten. Wenn ein Kubikzoll Wasserstoffgas x Ato- erstoff enthält, so enthält 1 Kubikzoll Sauerstoffgas, oder Chlorgas ebenfalls x Atome Sauerstoff, Stick- Chlor. Hiernach verhalten sich die Atomgewichte offe, wie die specifischen Gewichte ihrer Gase, sselbe Gewichtsverhältnifs, das zwischen x Ato- zwei verschiedenen gasförmigen Stoffen statt findet, h bei einem Atom derselben gegeben seyn. Setzt das specifische Gewicht des Wasserstoffgases = 1, so es Sauerstoffgases = 16, des Stickgases = 14, des s = 35,4. Um Wasser zu bilden, vereinigen sich 2 asserstoffgas mit 1 Mafs Sauerstoffgas; dieses ist das verhältnifs von 2:16 oder von 1:8, und hierbei tre- Atome Wasserstoff, wie sie in 2 Mafs Wasserstoff- lten sind, mit je 1 Atom Sauerstoff des einen Mafses

Sauerstoffgas zusammen. Nach dieser Ansicht verhält si her das Atomgewicht des Sauerstoffes zu dem des W stoffes, Stickstoffes und Chlors = 16:1:14:35,4 o 100:6,25:87,5:221,25. Kurz das Atomgewicht des stoffs fällt hier in Vergleich mit den übrigen hier gen Stoffen noch einmal so grofs aus, als bei der frühern A me. Das Gesetz, dafs gleiche Mafse verschiedener ei Gase gleich viele Atome enthalten, ist zwar durch die rung nicht erwiesen, sondern nur wegen seiner Einf als wahrscheinlich angenommen. Es erhält jedoch eine durch das über die Wärmecapacität dieser Gase aufgef Gesetz. Nach diesem hat jedes Gas bei gleichem V eine gleiche Wärmecapacität, d. h. ein Mafs irgend ein fachen Gases braucht, um von einer bestimmten Tem auf eine bestimmte höhere gebracht zu werden, glei Wärme, wie ein gleiches Mafs irgend eines andern. H erscheint die Annahme sehr einleuchtend, dafs jedes At nes einfachen Stoffes, es sey grofs oder klein, u stark erwärmt zu werden, gleich viel Wärme nöthig ha dafs also gleiche Mafse verschiedener Gase deshalb glei pacität besitzen, weil sie eine gleiche Zahl von Atom halten. So ist nach Delaroche und Bérard die sp sche Wärme (d. h. die Wärmecapacität bei gleichem Gew die des Wassers = 1,0000 gesetzt, beim Sauerstoffgase 0, und beim Wasserstoffgase 3,2936; da aber ersteres 16 M schwer ist, als letzteres, also bei gleichem Gewichte ein 1 geringeres Volumen hat, so hat man die specifische W des Sauerstoffgases mit 16 zu multipliciren, um die Wä capacität des Sauerstoffgases bei gleichem Volumen od relative Wärme zu erhalten. Man erhält 16.0,2361 = 3, welche Zahl der für das Wasserstoffgas gefundenen 3,2936 erträglich nahe kommt, wenn man die Schwieri die Wärmecapacität der Gase genau zu bestimmen, be sichtigt. Ebenso giebt die gefundene specifische W des Stickgases = 0,2754, mit 14 multiplicirt, da es 14 schwerer als Wasserstoffgas ist, 3,8556.

Auch haben Dulong und Petit durch möglichst g Bestimmung der specifischen Wärme des Schwefels und rerer Metalle zu beweisen gesucht, dafs die Wärmecap auch der festen einfachen Stoffe bei gleicher Atomzahl di

oder dafs das Atomgewicht und die specifische Wärme Stoffe in einem umgekehrten Verhältnifs zu einander , wobei sie jedoch schon auf einige Ausnahmen gestofsen Ihre Bestimmungen finden sich in der folgenden Ta- jedoch sind in dieselbe zugleich die Bestimmungen der chen Wärme anderer einfacher Stoffe aufgenommen wor- weil nur durch einen möglichst vollständigen Ueberblick chtigkeit dieses Gesetzes ermittelt werden kann. In der Columne findet sich das durch Multiplication des Atom- ttes eines Stoffes mit seiner specifischen Wärme erhal- Product, welches die Wärmecapacität bei gleicher Atom- angiebt. Denn, wenn z. B. das Atomgewicht des Was- ffs 1, das des Schwefels 16, das des Tellurs 32 be- , so enthält 1 ℔ Schwefel $\frac{1}{16}$ und 1 ℔ Tellur nur $\frac{1}{32}$ al Atome, als 1 ℔ Wasserstoff; man mufs daher die spe- he Wärme des Schwefels mit 16, die des Tellurs mit 32 pliciren, um die Wärmecapacität dieser Stoffe bei glei- Atomzahl zu erhalten.

Stoffe	Atom-gewicht	Specifische Wärme	Product	Specifische W bestimmt d
Kohle	6	0,2631	1,5786	Crawford
Sauerstoffgas	8	0,2361	1,8888	Delaroche Bérard
Gold	66,4	0,0298	1,9787	Dulong u.
Wismuth . .	71	0,0288	2,0448	Dulong u.
Wasserstoffgas	1	3,2936	3,2936	Delaroche Bérard
Stickgas . . .	14	0,2754	3,8556	— —
Schwefel . . .	16	0,1880	3,0080	Dulong u.
Tellur	32	0,0912	2,9184	— —
Zink	32,2	0,0927	2,9849	— —
Zinn	59	0,0515	3,0385	— —
Blei	103,8	0,0293	3,0413	— —
Eisen	27,2	0,1100	2,9920	— —
Nickel	29,6	0,1035	3,0636	— —
Kupfer	31,8	0,0949	3,0178	— —
Quecksilber .	101,4	0,0330	3,3462	Kirwan
Platin	98,7	0,0314	3,0992	Dulong u.
Kobalt	29,6	0,1498	4,4341	— —
Arsenik . . .	75,2	0,0810	6,0912	Nach Grah.
Silber	108,2	0,0557	6,0267	Dulong u.
Antimon . . .	129	0,0470	6,0630	Neumann
Phosphor . . .	31,4	0,3850	12,0890	Nach Grah
Iod	126	0,0890	11,2140	Nach Grah.

‑1 Uebersicht dieser Tabelle findet es sich, dafs das t bei den meisten Stoffen ungefähr 3,000 beträgt und ‑o diese bei gleicher Atomzahl dieselbe Wärmecapaci‑ itzen. Dieses Product möge das *normale* heifsen. Auch asserstoffgas und Stickgas möchten hierher zu rechnen lenn dafs ihre Capacität etwas gröfser erscheint, erklärt ‑eils aus der schwierigen Bestimmung der specifischen ‑ der Gase, theils daraus, dafs ohne Zweifel die Stoffe zustande eine etwas gröfsere specifische Wärme be‑ als im starren, da es ja bekannt ist, dafs dasselbe Gas ‑gedehnten Zustande eine etwas gröfsere specifische Wär‑ itzt, als im verdichteten. Die Capacität des Kohlen‑ nd Sauerstoffs scheint bei gleicher Atomzahl nur halb zu betragen; da jedoch die specifische Wärme des er‑ ich beim Diamant vielleicht anders verhält, als bei der ‑t untersuchten Holzkohle, so möge diese Abweichung auf sich beruhn. Die des Sauerstoffes läfst sich he‑ ‑enn man sein Atomgewicht mit Berzelius verdoppelt, ‑h das Product auf 3,7776 erhöht wird. Das Product oldes und Wismuths beträgt $\frac{2}{3}$ vom normalen. Man ihr Atomgewicht $1\frac{1}{2}$ Mal so grofs setzen, um diese Ab‑ ‑ng zu heben. Allein wenn dieses auch beim Golde ‑e, so ist es beim Wismuth fast unthunlich. Denn 71 ‑th vereinigen sich mit 8 Sauerstoff zu Oxyd, mit 12 ‑eroxyd. Erhöhte man nun das Atomgewicht des Wis‑ von 71 auf $1\frac{1}{2}.71 = 106,5$, so würden sich diese 106,5 ‑th mit 12 und mit 18 Sauerstoff vereinigen. Dann im Oxyd 2 Atome Metall auf 3 und im Hyperoxyd 4 Metall auf 9 Sauerstoff, welches letztere höchst com‑ Verhältnifs bei keinem andern Metalloxyde vorkommt. ist das Product beim Kobalt $1\frac{1}{2}$ Mal gröfser, als das e. Wollte man, um das Product normal zu erhalten, omgewicht des Kobalts um $\frac{1}{3}$ verringern, so müfste man lasselbe mit dem Atomgewichte des Kupfers, Nickels, u. s. w. vornehmen, wegen der Analogie ihrer Ver‑ gen und der Krystallgestalt derselben, und man erhielte diese unnatürliche Aufhebung *einer* Abweichung eine anderer. Beim Arsenik und Antimon, deren Product t so grofs ist, als das normale, liefse sich füglicher Halbirung des Atomgewichtes die Uebereinstimmung

herstellen, und auch beim Silber, welches dieselbe Ab- chung zeigt, wäre diese Halbirung einigermafsen zulässig. Phosphor und das Iod zeigen bei gleicher Atomzahl eine vie Wärmecapacität. Es läfst sich zwar das Atomgewich Phosphors auf die Hälfte setzen, wo er noch die do Capacität behielte, aber nicht auf ein Viertel, denn müfste auch das Atomgewicht des in allen seinen chem und krystallologischen Beziehungen so nahe verwandten niks auf ½ reducirt werden, womit dessen Product die des normalen betragen und also eine neue Abweichung anlassen würde. Das Atomgewicht des Iods endlich läfst ohne gegen alle Analogieen anzustofsen, auf keine Wei die Hälfte oder gar auf ¼ herabsetzen. Viele von diesen wendungen sind von Berzelius[1] selbst gegen diese Be mung der Atomgewichte durch die Wärmecapacität ge worden.

Das Resultat dieser Betrachtungen über die Besti des Atomgewichtes der einfachen Stoffe durch ihre spec Wärme besteht demnach in Folgendem. Da ein und de Stoff je nach seiner Verdichtung oder Ausdehnung ein schiedene specifische Wärme besitzt, so kann aus ih Atomgewicht der Stoffe auf keinen Fall genau gefunden den. Aber auch für die annähernde Bestimmung desselb die specifische Wärme unzureichend. Allerdings zeigen meisten bis jetzt untersuchten Stoffe bei gleicher Atomzahl gefähr dieselbe Wärmecapacität, wie Wasserstoff, Stick Schwefel und mehrere Metalle; aber Kohle und Sauerstoff sitzen eine nur halb, Gold und Wismuth eine ¾, Kobalt 1½ Mal, Arsenik, Antimon und Silber eine 2 Mal und Ph phor und Iod eine 4 Mal so grofse, und es ist nicht mög die Atomgewichte der meisten dieser Stoffe nach Mafsgabe rer specifischen Wärme auf eine solche Weise abzuänd dafs überall bei gleicher Atomzahl eine gleiche Wärmecap tät herauskommt, ohne der Natur den gröfsten Zwang anzuth ohne alle die Gründe von sich zu stofsen, welche aus Verbindungsverhältnisse und der Krystallform der Verbind gen für die Feststellung der Atomgewichte hervorgehn. übrigens auch die Annahme unzulässig, dafs jeder Stoff

---

1 Poggendorff Ann. XXVIII. 388.

Anzahl der Atome eine gleiche Wärmecapacität be-
bleibt doch ausgemacht, dafs dieses bei vielen Stof-
Vasserstoff, Stickstoff, Schwefel u. s. w., der Fall ist,
h die Atome mehrerer anderer Stoffe nur ½ oder nur
oder 2 und noch andere 4 Mal so viel Wärme brau-
gleich stark erhitzt zu werden, wie die des Was-
id Schwefels; kurz dafs die verschiedenen Wärmecapa-
gleicher Atomzahl zwar variiren, aber nach einfa-
iltnissen. Somit kann das von der specifischen Wär-
ommene, aber durch vorstehende Betrachtung be-
odificirte Gesetz nicht mehr als Stütze der Ansicht
ıfs die Gase einfacher Stoffe bei gleichem Volumen
e Anzahl von Atomen enthalten.

dieses Gesetz ist nun noch Folgendes einzuwenden.
afst, wie bereits[1] nachgewiesen worden ist, nicht
ammengesetzten Gase, und da z. B. 1 Mafs Chlor-
Mafs Wasserstoffgas 2 Mafs salzsaures Gas bildet,
n diese 2 Mafs so viele Atome Salzsäure, wie 1
rgas Atome Chlor und 1 Mafs Wasserstoffgas Atome
f enthält. Wenn wir daher annehmen müssen, dafs
nicht alle) zusammengesetzte Atome sich in ihrem
le mit doppelt so grofsen Wärmesphären umgeben,
ıfachen, aus welchen sie gebildet sind, so ist es
t denkbar, dafs auch die einfachen Atome, je nach
ır, mit verschieden grofsen Wärmesphären umhüllt
ıf keinen Fall liegt zur Annahme obigen Gesetzes
g vor; es ist durch nichts erwiesen, allerdings auch
ct zu widerlegen, es empfiehlt sich nur durch seine
it, mufs aber verlassen werden, wenn viele Wahr-
keitsgründe dagegen sprechen und wenn sich durch
ıahme alle übrige chemische Verhältnisse der Stoffe
licirter gestalten, wie es hier wirklich der Fall ist.
Ochte sich aus folgenden Betrachtungen ergeben. Nach
Ansicht, welche die von Dalton und Wollaston
das Wasser 1 Atom Wasserstoff und 1 Atom Sauer-
das Wasserstoffhyperoxyd 1 Atom Wasserstoff und
off; nach Berzelius enthält das Wasser 2 Atome
ff und 1 Atom Sauerstoff und das Hyperoxyd 1

[1] Art. *Gas, chemische Natur.* Bd. IV. S. 1077.

Atom Wasserstoff und 1 Atom Sauerstoff. Die Regel, eine Verbindung zu gleichen Atomen inniger ist, als eine 1 auf 2, entspricht der erstern Ansicht, denn die Bestandtheile des Wassers hängen innig zusammen, während zweite Atom Sauerstoff im Wasserstoffhyperoxyd nur se gebunden ist und sich mit der gröfsten Leichtigkeit entwickelt. Dagegen widerspricht diese Regel der A von Berzelius; von den 2 Atomen Wasserstoff, die Wasser annimmt, entwickelt sich unter keinen Umständ eine Atom für sich, und es giebt keinen Stoff, der im S wäre, blofs 1 Atom Wasserstoff zu entziehn, sie ver entweder keinen Wasserstoff daraus aufzunehmen oder ent wie das Chlor, sogleich sämmtlichen; ferner mufs man Wasserstoffhyperoxyd annehmen, dafs 2 Atome des worin also 2 Atome Wasserstoff und 2 Sauerstoff en wären, 1 Atom Sauerstoff höchst leicht frei werden während 1 Atom Sauerstoff mit den 2 Wasserstoff zu W verbunden zurückbleibt. Diese Verhältnisse widersp aller Analogie. Es giebt ferner keine Verbindung, vo cher bestimmt nachgewiesen wäre, dafs sie blofs 1 Atom serstoff nach der Ansicht von Berzelius (also ein halb der von Dalton) enthielte. Das kleinste Verhältnifs, welchem der Wasserstoff in den Verbindungen vorkommt zu 2 Atomen nach Berzelius (oder 1 Atom nach Dal Hierdurch wird die Existenz eines so kleinen Atoms unw scheinlich und seine Annahme ganz überflüssig. Durch wird nur die Bezeichnung der Wasserstoffverbindungen schwert und die Formeln, welche sie ausdrücken, werden nöthig verwickelt; denn von Verbindungen, welche 1, 2 3 Atome Wasserstoff nach Dalton's Ansicht enthalten, es nach Berzelius heifsen, dafs in ihnen 2, 4 oder 6 At enthalten sind. Zwar hat Berzelius zur Beseitigung d Weitläufigkeit für den Wasserstoff und einige andere St die sich in demselben Falle befinden, *Doppelatome* eingef ein Doppelatom Wasserstoff nach Berzelius kommt ei einfachen Atom von Dalton gleich, und während ein e ches Atom von Berzelius mit H ausgedrückt wird, stell durchstrichenes H ein Doppelatom Wasserstoff vor; aber Bezeichnungsweise giebt, da der Strich durch den Buchs oft minder deutlich erscheint, leicht zu Irrthümern Veranlas

nlich, wie mit dem Wasserstoff, verhält es sich mit dem dem Stickstoff. Beträgt das specifische Gewicht des Wasses 1, so ist das des Sauerstoffgases = 16, das des Chlor- 35,4, das des Stickgases = 14. Ebenso müssen sich zelius auch die Atomgewichte dieser Stoffe verhalten. sind in allen Verbindungen, wo sich Chlor und ersetzen können, 35,4 Chlor das Aequivalent nicht sondern von 8 Sauerstoff. So verbinden sich 39,2 mit 35,4 zu Chlorkalium, mit 8 Sauerstoff zu Kali. ferner keine Verbindung, in welcher nur ein Bers Atom Chlor oder Stickstoff enthalten wäre, immer , 4 oder mehr solche Atome oder 1, 2, 3 u. s. w. e, daher auch bei diesen, sowie bei Iod und Brom, me eingeführt werden mufsten, die bei allen Ver- einzig und allein in Betracht kommen und erst die equivalente abgeben.

bedeutendste Einwurf gegen das hier besprochene endlich in neuerer Zeit durch die Bestimmung des n Gewichts des Schwefeldampfes durch Dumas und lich hervorgegangen. Man nimmt allgemein das Atoms Schwefels doppelt so grofs, als das des Sauerstoffs an. em Gesetze müfste nun auch das specifische Gewicht des lampfes das Doppelte von dem des Sauerstoffgases es ist aber nach dem directen Versuche 6 Mal so bleiben nun zur Festhaltung des Gesetzes nur fol- i Wege offen. Man könnte diesem gefundenen speci- ewichte gemäfs das Atomgewicht des Schwefels än- dasselbe 6 Mal so grofs, als das des Sauerstoffs, an- Es würde dann, das Atomgewicht des Sauerstoffes tt, 48 betragen, und da in der Schwefelsäure 40 Theile mit 60 Theilen Sauerstoff verbunden sind, so würde Verbindung von 1 Atom Schwefel mit 9 Atomen seyn; denn 40:60 = 48:72 und 72:8 = 9. Die Säure würde hiernach aus 1 Atom Schwefel = 48 omen Sauerstoff = 48 bestehn. Diese Säuren wür- ein 3 Mal so grofses Atomgewicht erhalten, als bis- 1 Atom derselben würde statt 1 Atom 3 Atome Ba- n. Die Hydrothionsäure würde auf 1 Atom Schwefel om Wasserstoff deren 3 enthalten, während in allen Wasserstoffsäuren sich nur 1 befindet, in den Schwefel-

metallen würden meistens 3 Atome Metall auf 1 Schwefel k
men u. s. w. Es ergiebt sich ferner auch, dafs mit Ve
fachung des Atomgewichtes des Schwefels laut der vor
henden Tabelle die Wärmecapacität des Schwefels bei
cher Atomzahl 3 Mal so grofs werden würde, als d
Wasserstoffes, Tellurs u. s. w., und dafs hierdurch je
die von der Wärmecapacität hergenommene Stütze aufg
werden würde. Beide Gesetze, nämlich das, nach w
die Wärmecapacität der Stoffe bei gleicher Atomzahl
ist, und das, nach welchem gleiche Mafse einfacher Gase
viel Atome enthalten, können nicht zu gleicher Zeit
seyn; denn ist ersteres Gesetz richtig, so mufs das At
wicht des Schwefels, das des Wasserstoffs = 1 gesetzt,
seyn; ist letzteres richtig, so mufs es = 48 seyn.

Ohne Zweifel sind es diese Schwierigkeiten, welch
viel bekannt, alle Chemiker abgehalten haben, das At
wicht des Schwefels 6 Mal so grofs als das des Sauers
setzen; es wird auch jetzt noch nach Bestimmung des
fischen Gewichts des Schwefeldampfs allgemein nur 2
grofs angenommen. Berzelius sucht auf einem andern
sein Gesetz aufrecht zu erhalten. Er sagt[1]: „Meiner A
„nach beweisen die von Dumas erhaltenen Resultate" (üb
specifische Gewicht des Schwefeldampfs und anderer Dä
„nur, dafs das specifische Gewicht der Gase einfacher K
„sich nicht nothwendig wie das Atomgewicht derselbe
„verhalten braucht, besonders wenn es sich von nicht be
„digen Gasen handelt. Daneben zeigen sie, dafs die Vol
„Submultipla oder Multipla ganzer Zahlen von Atomgewi
„enthalten können." Hiernach giebt Berzelius zu, dafs
nigstens bei Dämpfen nicht immer gleiche Mafse gleich
Atome enthalten; für permanentere Gase dagegen, wie S
stoffgas, Wasserstoffgas, Stickgas, Chlorgas, behält er i
nem später erschienenen Lehrbuche[2] das Gesetz in
Strenge bei. Bedenkt man jedoch, dafs zwischen perm
teren Gasen und Dämpfen nur ein gradweiser Unterschied
steht, dafs z. B. Chlorgas durch verstärkten Druck eb
zu einer tropfbaren Flüssigkeit verdichtet werden kann,

1 Poggendorff's Ann. XXVIII. 31.
2 Ausgabe von 1835. Th. V. S. 81.

man, dafs das Gesetz auf zusammengesetzte Gase keine Anwendung findet, so möchte es alle Haltbar-eren. Dieselben uns unbekannten Ursachen, welche , dafs 1 Mafs Schwefeldampf 3 Mal so viel Atome als ein Mafs Sauerstoffgas, und ein Mafs salzsaures halb so viel Atome, als 1 Mafs Wasserstoffgas, kön-bewirken, dafs, wofür alle übrige Gründe spre-Mafs Wasserstoffgas, Stickgas oder Chlorgas nur halb ltome enthält, als ein Mafs Sauerstoffgas.

bleibt nun noch übrig anzugeben, welche andere aufser dem specifischen Gewichte der Gase und der en Wärme der einfachen Stoffe, uns sonst noch zur ing ihres Atomgewichtes zu Gebote stehn. Es sind h folgende.

Ian geht von dem Grundsatze aus, dafs sich die he-ı Atome vorzüglich nach einfachen Zahlenverhältnis-ereinigen streben, und sucht daher ihnen nach dem ı der Analyse ihrer Verbindungen ein solches Gewicht n, dafs möglichst einfache Zahlenverhältnisse heraus-. Zu diesem Behufe mufs jeder einfache Stoff in al-n Verbindungen mit den übrigen betrachtet werden. man z. B., wenn das Atomgewicht des Wasserstoffs d das des Sauerstoffes zu 8 festgesetzt ist, dem kein schicklicheres Atomgewicht, als das von 16 ge-n 16 Theile Schwefel verbinden sich mit 1 Wasser-Atom: 1 Atom) zu Hydrothionsäure, mit 8 Sauer-1) zu unterschwefliger, mit 16 (1:2) zu schwefliger 24 (1:3) zu Schwefelsäure; desgleichen 80 Theile mit 1 Wasserstoff (5:1) zu hydrothioniger und 32 chwefel mit 40 Sauerstoff (2:5) zu Unterschwefel-erner 16 Schwefel mit 27,2 Eisen (1:1) zu Einfach-isen und 32 Schwefel mit 27,2 Eisen (2:1) zu ties u. s. w. Setzte man das Atomgewicht des Schwe-l, oder auf 32, oder, wie es das obige Gesetz bei engen Durchführung erheischen würde, auf 48, so lie Zahlen der in die Verbindung tretenden Atome ser und also unnatürlicher ausfallen.

Ian nimmt an, dafs Stoffe, die sich sehr ähnlich t andern Stoffen Verbindungen nach gleicher Atom-ehn. So sind sich Nickel und Kobalt in allen ihren

Verhältnissen sehr ähnlich; beide bilden mit einer gewi Menge Sauerstoff ein Oxyd und mit der anderthalb Ma fseren ein Hyperoxyd. Wenn daher beim Nickel ang men wird, das Oxyd enthalte 1 Atom Metall auf 1 stoff und das Hyperoxyd 2 auf 3, so mufs dasselb vom Kobalt gelten. Dieses ist einer der Gründe, war Atomgewicht des Kobalts nicht um ½ verkleinert darf, was das oben beleuchtete Gesetz von der W capacität erheischen würde. Da ferner in der Hydrothi und Hydroselensäure 1 Atom Wasserstoff auf 1 Atom Sc oder Selen angenommen wird, so ist dieses Verhältnifs der analogen Hydrotellursäure vorauszusetzen und hiern Atomgewicht des Tellurs zu bestimmen.

3) In der Regel mufs das Gesammtgewicht der welche eine Säure bilden, so viel betragen, dafs dieses zur Sättigung eines Atoms Salzbasis hinreicht. So bil Theile Schwefel mit 24 Sauerstoff 40 Schwefelsäure, un Theile Blei mit 8 Sauerstoff 111,8 Bleioxyd. Es sätti gerade 40 Theile Schwefelsäure 111,8 Bleioxyd. Wol nach Obigem das Atomgewicht des Schwefels auf 48 so würden diese 48 Theile zur Bildung von Schwefels Sauerstoff verlangen und ein Atom Schwefelsäure = 120 welches dann nicht 1, sondern 3 Atome Bleioxyd sättigen de. Von dieser Regel kommen jedoch einige unabwei Ausnahmen vor; daher man sich in neuerer Zeit genöthi sehn hat, aufser solchen Säuren, von denen 1 Atom 1 Basis sättigt und die man *einbasische* nennt, noch die *zwei* die *dreibasischen* Säuren zu unterscheiden, von welchen 1 entweder 2 oder 3 Atome Salzbasis sättigt.

4) Wenn sich ein Metall nur nach *einem* Verhältnis dem Sauerstoff zu einer Salzbasis vereinigt, so nimmt m der Regel an, die Verbindung sey nach einer gleichen A zahl zusammengesetzt, z. B. im Kali sey 1 Atom Kalium gelben Bleioxyd 1 Atom Blei mit 1 Atom Sauerstoff v nigt. Gründe des Isomorphismus können jedoch hierbei weichungen nöthig machen, worüber unter 5) das Nähere. det ferner ein Metall mit verschiedenen Mengen von S stoff verschiedene Salzbasen, so scheint man allgemein nehmen zu dürfen, dafs in demjenigen Oxyd, welches als die stärkste Salzbasis verhält, gleich viel Atome von M

erstoff vorkommen. Wenigstens stehn die nach die-
hme gefundenen Zahlenverhältnisse in vollem Ein-
t denen, die sich durch die übrigen hier beleuchte-
l als die wahrscheinlichsten ergeben. Das Eisenoxy-
auf 27,2 Theile Eisen 8, und das Eisenoxyd 12 Sauer-
er ersteres hält auf 8 Theile Sauerstoff 27,2, letzte-
Eisen. Da das Eisenoxydul die stärkere Basis ist, so
ihm 1 Atom Sauerstoff auf 1 Atom Eisen angenom-
l daher letzteres auf 27,2 gesetzt. Wollte man im
d eine gleiche Atomzahl annehmen, so würde 1 Atom
,1 wiegen und im Eisenoxydul würden 2 Atome
f auf 3 Atome Eisen kommen. Das Quecksilberoxy-
202,8 und das Oxyd 101,4 Theile Quecksilber auf 8
f, oder nach einer zweiten Ansicht sind im Oxy-
8 Quecksilber mit 8, im Oxyd mit 16 Theilen Sauer-
unden. Nach der ersten Ansicht ist das Atomge-
s Quecksilbers 101,4 und im Oxydul kommen 2, im
Atom Metall auf 1 Sauerstoff; nach der zweiten An-
das Atomgewicht des Quecksilbers 202,8 und das
enthält auf 1 Atom Metall 1, das Oxyd 2 Atome
f. Erstere Ansicht verdient den Vorzug, weil das
eroxyd eine stärkere Salzbasis ist, als das Oxydul;
auch, weil bei dem dem Quecksilber analogen Ku-
s wir unten sehn werden, aus Gründen des Isomor-
ngenommen werden mufs, dafs in seinem Oxydul 2
m Oxyd 1 Atom Metall auf 1 Atom Sauerstoff kom-
ngekehrt verhält es sich mit den Oxyden des Zinns.
bilden mit 8 Sauerstoff das Zinnoxydul, mit 16 das
. Ersteres ist die stärkere Basis. Wollte man im
1 Atom Metall auf 1 Sauerstoff annehmen, so wür-
tomgewicht des Zinns von 59 auf 29,5 zu reduciren
dann im Oxydul 2 Atome Metall auf 1 Sauerstoff

Atomen erfolgt. Wenn daher zwei gleich geformte krystasche Verbindungen vorkommen, die beide übrigens dies Bestandtheile nach denselben stöchiometrischen Verhält enthalten, nur dafs die eine den Stoff A, die andere sta sen den vertretenden Stoff B enthält, und man Grün anzunehmen, die erstere Verbindung halte 1 Atom A e Atome A u. s. w., so mufs auch die andere Verbind Atom B oder 2 Atome B u. s. w. enthalten. Einige Be mögen die Wichtigkeit des Isomorphismus erläutern. nur eine Verbindung des Alumiums mit Sauerstoff be die Alaunerde; man könnte hierin 1 Atom Metall auf 1 Sauerstoff annehmen. Allein die Alaunerde krystallisir Sapphir im denselben spitzen Rhomboedern, wie das E oxyd als Eisenglanz und wie das künstliche Chrom Diese beiden Oxyde bilden ferner mit Schwefelsäure, und Wasser dieselben oktaedrischen Krystalle, wie die A erde im gewöhnlichen Alaun; in allen diesen Salzen find 4 Atome Schwefelsäure, 1 Kali und 24 Wasser. Hi ist die Alaunerde mit jenen Oxyden isomorph und mu her auch nach derselben Atomzahl zusammengesetzt sey nun (nach 4) angenommen wurde, das Eisenoxyd hal 2 Atome Metall 3 Sauerstoff, so mufs es sich mit der Al erde ebenso verhalten. Man setzt hiernach das Atomge des Alumiums auf 13,7 und nimmt in der Alaunerde 2. Aluminum auf 3.8 Sauerstoff an. Wollte man eine gl Atomzahl in der Alaunerde statuiren, so wäre das Ato wicht des Aluminums 9,13, denn 9,13:8=2.13,7:3.8. ner wurde (nach 4) als wahrscheinlich angenommen, das Z oxyd halte auf 1 Atom Metall 2 Sauerstoff; da nun dies Zinnstein in denselben Gestalten des quadratischen Sy krystallisirt, wie das Titanoxyd als Rutil, so mufs d Oxyd 2 Atome Sauerstoff enthalten. Bei den zwei Oxyde Kupfers lassen sich dieselben zwei Ansichten aufstellen, wi denen des Quecksilbers; das Kupferoxydul hält auf 8 T Sauerstoff 63,6 und das Oxyd 31,8 Metall, oder nach zweiten Ansicht sind 63,6 Kupfer im Oxydul mit 8, im O mit 16 Sauerstoff verbunden. Nach der ersten Ansicht ist Atomgewicht des Kupfers 31,8 und es finden sich im Ox 2, im Oxyd 1 Atom Metall auf 1 Atom Sauerstoff; nach zweiten ist das Atomgewicht des Kupfers 63,6, und 1 A

verbindet sich mit 1 Sauerstoff zu Oxydul, mit 2 zu
Für die erstere Ansicht spricht nun nicht blofs der
4) erwähnte Grund, dafs das Oxyd eine stärkere Salz-
st, als das Oxydul, sondern auch der Isomorphismus.
das Kupferoxyd ist isomorph mit Bittererde, Zinkoxyd,
xydul, Kobaltoxyd, Nickeloxyd, kurz mit einer Reihe
xyden, in welchen allgemein 1 Atom Metall auf 1 Atom
toff angenommen wird; so hat namentlich die Verbin-
ler Schwefelsäure mit Kali, Wasser und Kupferoxyd die-
Krystallform, wie die Verbindungen, in welchen das
oxyd durch eines jener andern Oxyde vertreten ist.
ann das Kupferoxyd nicht 2 Atome Sauerstoff enthal-
Nach dem über die Wärmecapacität Gesagten sollte man
29,6 angenommene Atomgewicht des Kobalts um $\frac{1}{4}$
nern, um gleiche Wärmecapacität bei gleicher Zahl der
zu erhalten. Allein diese Verkleinerung ist vermöge
morphismus des Kobaltoxyds mit Nickeloxyd, Eisen-
l u. s. w. völlig unzulässig. Die Verbindung von 1
Kobaltoxyd (aus 29,6 Kobalt und 8 Sauerstoff zusam-
setzt) mit 1 Atom Schwefelsäure und 6 Atomen Wasser
t dieselbe Krystallform, wie der Eisenvitriol, welcher
n Eisenoxydul (27,2 Eisen auf 8 Sauerstoff), 1 Schwe-
e und 6 Wasser enthält. Diese Beispiele mögen zeigen,
e Lehre vom Isomorphismus für die Bestimmung der
ewichte ein höchst sicherer Führer ist; sobald man bei
Verbindung aus andern Gründen die Zahl der sie con-
nden Atome mit einiger Wahrscheinlichkeit festgesetzt
läfst sie sich hierdurch auch in allen andern analogen
dungen, wenn sie gleiche Krystallgestalt zeigen, fast
wifsheit finden.

r hier folgenden Tabelle über das Atomgewicht der
en Stoffe liegen fast allein die durch Berzelius be-
lligten Analysen ihrer Verbindungen zu Grunde, eine
schwierige als grofsartige Arbeit, durch welche sich
ius ein unsterbliches Verdienst um die Chemie erwor-
t. Die Columne A nennt die einfachen Stoffe; die
e B enthält die für dieselben durch Berzelius einge-
Zeichen. In den Columnen C und D finden sich die
wichte, wie sie sich nach den so eben entwickelten
itzen als die wahrscheinlichsten ergeben möchten, und

zwar ist in der Columne C das Atomgewicht des Wa
stoffs = 1, in der Columne D das des Sauerstoffs =
gesetzt. Die in diesen beiden Columnen angenommenen A
gewichte weichen zum Theil von denjenigen ab, wel
den frühern Theilen dieses Wörterbuches gebraucht w
weil neue Untersuchungen und Ueberzeugungen eine A
rung derselben veranlafsten. So ist hier das Atomgewi
Alumiums anderthalb und das des Siliciums, Antimons,
seniks und Phosphors doppelt so grofs genommen, als f
Die Columnen E und F enthalten die Atomgewichte nach
zelius, und zwar ist in der Columne E das Atomg
des einfachen Wasserstoffatoms = 0,5 und das seines
pelatoms = 1 angenommen, in der Columne F dageg
des Sauerstoffs = 100.

A	B	C'	D	E	F
Sauerstoff	O	8	100	8,01	100
Wasserstoff	H	1	12,5	0,50	6,2398
Kohlenstoff	C	6	75	6,13	76,44
Boron	B	10,5	131,25	10,91	136,20
Phosphor	P	31,4	392,5	15,72	196,14
Schwefel	S	16	200	16,12	201,17
Selen	Se	40	500	39,63	494,58
Iod	I	126	1575	63,28	789,75
Brom	Br	78,4	980	39,20	489,75
Chlor	Cl	35,4	442,5	17,74	221,33
Fluor	F	18,7	233,75	9,37	116,90
Stickstoff	N	14	175	7,09	88,52
Kalium	K	39,2	490	39,26	489,92
Natrium	Na	23,2	290	23,31	290,90
Lithium	L	6,4	80	6,44	80,33
Baryum	Ba	68,6	857,5	68,66	856,88
Strontium	Sr	44	550	43,85	547,29
Calcium	Ca	20,5	256,25	20,52	256,02
Magnium	Mg	12,7	158,75	12,69	158,35
Cerium	Ce	46	575	46,05	574,70
Yttrium	Y	32,2	402,5	32,25	402,51
Glycium	G	17,7	221,25	26,54	331,26
Alumium	Al	13,7	171,25	13,72	171,17
Thorium	Th	59,6	745	59,65	744,90
Zirconium	Zr	22,4	280	33,67	420,20
Silicium	Si	14,8	185	22,22	277,31
Titan	Ti	24,5	306,25	24,33	303,66
Tantal	Ta	185	2312,5	92,45	1153,72
Scheel	W	95	1187,5	94,80	1183,00
Molybdän	Mo	48	600	47,96	598,52
Vanad	V	68,6	857,5	68,66	856,89
Chrom	Cr	28,1	351,25	28,19	351,82
Uran	U	217	2712,5	217,26	2711,36
Mangan	Mn	27,6	345	27,72	345,89
Arsenik	As	75,2	940	37,67	470,04
Antimon	Sb	129	1612[illegible]	64,62	806,45
Tellur	Te	32	400	64,25	801,76
Wismuth	Bi	71	887,5	71,07	886,92
Zink	Zn	32,2	402,5	32,31	403,23
Kadmium	Cd	55,8	697,5	55,83	696,77
Zinn	Sn	59	737,5	58,92	735,29
Blei	Pb	103,8	1297,5	103,73	1294,50
Eisen	Fe	27,2	340	27,18	339,21
Kobalt	Co	29,6	370	29,57	368,99
Nickel	Ni	29,6	370	29,62	369,68
Kupfer	Cu	31,8	397,5	31,71	395,71

A	B	C	D	E	F
Quecksilber	Hg	101,4	1267,5	101,43	1265,82
Silber	Ag	108,2	1352,5	108,30	1351,61
Gold	Au	66,4	830	99,69	1243,01
Platin	Pt	98,7	1233,75	98,85	1233,50
Palladium	Pd	53,4	667,5	53,36	665,90
Rhodium	R	52,2	652,5	52,2	651,39
Iridium	Ir	98,7	1233,75	98,84	1233,50
Osmium	Os	99,6	1245	99,72	1244,49

Bei der Vergleichung dieser Atomgewichte unter ei der in der Columne C ergiebt sich Folgendes.

1) Die Atomgewichte der übrigen einfachen Stoffe oft ein Multiplum nach einer ganzen Zahl von dem des W serstoffs. So ist das des Kohlenstoffs 6, das des Sauerst und das des Stickstoffs 14 Mal so grofs. Es wirft sich die Frage auf: sollte es ein Naturgesetz seyn, wie es T son will, dafs die Atomgewichte aller übrigen Elemente das des Wasserstoffs theilbar sind, oder ist es, wie B lius annimmt, nur ein Zufall, dafs dieses wegen des gen Gewichtes, welches ein Wasserstoffatom besitzt, bei nigen Stoffen ziemlich, aber nicht ganz genau der Fal während sich bei vielen andern grofse Abweichungen ze Für die erstere Ansicht spricht die Einfachheit der N Wollte man besonders der Idee Raum geben, dafs es nur ursprüngliche wägbare Materie giebt, so müfste dieses der W serstoff seyn, da er die kleinsten Atome hat, und es m angenommen werden, dafs, wenn sich diese Atome nach schiedener Zahl auf eine solche Weise verbinden, daf durch die bis jetzt bekannten Mittel nicht wieder trennbar die schwereren Atome der übrigen unzerlegten Stoffe ents deren Gewichte dann nothwendig durch das des Wasser müfsten getheilt werden können. Andrerseits berechtig bisherige Erfahrung noch nicht, ein so einfaches Verhä als begründet anzunehmen, denn die von Berzelius mi übertroffener Genauigkeit vorgenommenen Bestimmungen g bei vielen Stoffen Atomgewichte mit bedeutenden Brü und nach diesen existirt sogar kein einziger einfacher dessen Atomgewicht *ganz genau* obiger Ansicht entspr Dieses ergiebt sich aus der Betrachtung der Columnen E

elchen die Atomgewichte von BERZELIUS genau aus rtischen Ergebnissen berechnet sind. Nach Columne renn man das Gewicht eines Doppelatoms Wasser- setzt, das eines Atoms Kohlenstoff nicht 6, sondern im Sauerstoff nicht 8, sondern 8,1, beim Stickstoff sondern 14,18 (oder, halb so grofs genommen, 7,09), wefel nicht 16, sondern 16,12 u. s. w. Wer je- aufserordentliche Schwierigkeit kennt, die Atomge- urch den Versuch ganz genau aufzufinden, und die ungen berücksichtigt, welche die Bestimmung man- elben, die durch sichere Versuche ausgemacht schie- rch spätere Versuche erfahren hat, kann diese Streit- h nicht als entschieden betrachten und wird es noch ir möglich halten, dafs neuere noch genauere Versu- Ansicht von jenem einfachen Verhältnisse fester be- werden.

Es giebt Gruppen von Elementen, welche ähnliche e und chemische Verhältnisse zeigen. Ob eine jede ruppe gerade aus 3 Elementen zu bestehn habe, wie ER will, welcher die Elemente nach der Trias grup- ibe dahin gestellt. Es findet sich nur, dafs die Atom- solcher ähnlichen Elemente in einem einfachen Ver- zu einander stehn, sich bald fast gleich sind, bald von einander mit einer ganzen Zahl, oder wenigstens arithmetischen Ordnung zunehmen. Es sind sich und haben fast dasselbe Atomgewicht: Chrom 28,1, 27,6 und Eisen 27,2; Kobalt 29,6 und Nickel 29,6; ,7, Iridium 98,7 und Osmium 99,6; beim Sauer- wefel, Phosphor und Selen sind die Atomgewichte ,4:40, also ungefähr = 1:2:4:5. Die Atomgewichte s, Chlors, Broms und Iods sind: 18,7:35,4:78,4:126, fähr = 2:4:9:14, und das Atomgewicht des Chlors les Iods, durch 2 getheilt, giebt ungefähr das Atom- des Broms $\left(\frac{35{,}4 + 126}{2} = 80{,}7\right)$, so wie auch das h allen seinen physischen und chemischen Verhält- wischen Chlor und Iod gerade in der Mitte steht. rhält man durch Addiren der Atomgewichte des Li- nd Kaliums und Halbiren ungefähr das des Na- welches in allen Verhältnissen zwischen Lithium und

Kalium das Mittel hält $\left(\frac{6,4 + 39,2}{2} = 22,8\right)$. Auf die
Weise verhält es sich mit dem Atomgewicht des zwischen
cium und Baryum stehenden Strontiums $\left(\frac{20,5 + 68,6}{2} = 44,\right.$
Beim Molybdän, Scheel und Tantal ist das Verh
= 48:95:185, also ungefähr = 1:2:4. Bei Chrom
Vanad ist es = 28,2:68,7, also ungefähr = 2:5, und
Tellur und Antimon = 32:129 = 1:4.

Sollten alle diese merkwürdigen Zahlenverhältnisse,
che mit der Natur der Stoffe in einem so engen Zusam
hange stehn, zufällig seyn? Dieses ist nicht wohl zu
ben. Bei einigen mag dieses der Fall seyn, und bei di
wird vielleicht durch noch genauere Bestimmung ihres At
gewichts diese scheinbare Uebereinstimmung immer mehr
schwinden. Aber es ist zu erwarten, dafs durch diese
naueren Bestimmungen die meisten dieser Zahlenverhält
die bis jetzt nur annähernd sind, immer reiner hervort
und dieses ist ein Grund weiter, die bisherigen Bestimm
der Atomgewichte noch nicht für ganz unabänderlich
sehn.

Bis jetzt war nur von den festen Verhältnissen die R
nach welchen sich einfache Stoffe vereinigen. Das
hierüber Bemerkte findet nun auch bei den proportion
Verbindungen zusammengesetzter Stoffe seine Anwendung.
mentlich gilt auch hier das Gesetz, dafs, wenn eine
stimmte Menge des zusammengesetzten Stoffes A verschie
Mengen von dem zusammengesetzten Stoffe B aufzuneh
vermag, die kleinste Menge von B, welche A aufnimmt,
1½, 2, 3, 4 u. s. w. multiplicirt die übrigen Mengen vo
giebt, welche etwa mit A verbindbar sind. Die Multiplica
mit 1⅓ und mit 2½ möchte hier nicht so leicht vorkom
So nehmen 47,2 Theile Kali im einfach kohlensauren Kali
und im doppelt kohlensauren 44 Theile Kohlensäure auf,
111,8 Theile Bleioxyd sind mit 9, 18, 27 und 54 Theilen Sa
petersäure verbindbar. Ebenso findet das zweite Gesetz se
Anwendung. Aus dem Verhältnifs, nach welchem sich
zusammengesetzter Stoff mit zwei andern verbindet, läfst si
berechnen, nach welchem Verhältnifs sich diese beiden
einander verbinden werden. So sind 20,7 Theile Bittererde

ehydrat mit 9 Wasser und im Bittersalz mit 40 Schwe-
verbunden und es bilden auch gerade 9 Theile Was-
40 Schwefelsäure die proportionirte Verbindung des
s. Es lassen sich auf diese Weise auch die *Aequi-
Mischungsgewichte* oder *Atomgewichte der zusam-
tzten Stoffe* auffinden. Man kann z. B. das der Schwe-
= 1000 setzen und dann das des Wassers = 225,
Bittererde = 517,5, das des Bleioxyds = 2795, da
let, dafs sich 1000 Theile Schwefelsäure mit den ge-
Mengen jener Verbindungen vereinigen. Das Atom-
der Salpetersäure würde hiernach 1350 betragen, denn
5 Theilen Bleioxyd oder 517,5 Bittererde verbinden
i0 Salpetersäure u. s. w. Die so erhaltenen stöchio-
en Zahlen würden aber mit den bei den einfachen
gefundenen nicht im Einklange stehn, da bei ihnen
mgewicht des Wasserstoffes = 1 oder das des Sauer-
: 100 gesetzt wurde, hier hingegen das der Schwefel-
= 1000. Es giebt aber noch eine zweite Methode, die
wichte der Verbindungen zu finden, bei welcher zu-
lieser Einklang erhalten wird. Man erhält nämlich
ddition der Atomgewichte der Bestandtheile das Atom-
der Verbindung. Da z. B. in der Schwefelsäure ein
:hwefel mit 3 Atomen Sauerstoff verbunden ist und das
wicht des Schwefels 16, das des Sauerstoffes 8 be-
ist das Atomgewicht der Schwefelsäure $= 16 + 3 \cdot 8 = 40$.
ist das Atomgewicht des Bleioxyds, in welchem 1 Atom
it 1 Atom Sauerstoff verbunden ist, $= 103{,}8 + 8 = 111{,}8$.
nan zu 111,8 Theilen Bleioxyd 100 oder mehr Theile
sser verdünnter Schwefelsäure fügt und das Gemenge
bis zum Glühen erhitzt, so verdampft mit dem Was-
im Ueberschusse vorhandene Theil der Schwefelsäure
bleiben 151,8 Theile schwefelsaures Bleioxyd, worin
Theile Schwefelsäure mit 111,8 Bleioxyd verbunden
Wenn man ferner Bleiglanz, die Verbindung von 1
lei und 1 Atom Schwefel, mit Salpetersäure bis zur
: abdampft, welche an das Blei und den Schwefel den
dung von Bleioxyd und Schwefelsäure nöthigen Sauer-
tritt, so bleibt dieselbe Verbindung von 111,8 Theilen
d und 40 Theilen Schwefelsäure, der sich weder durch
etwa überschüssige Schwefelsäure, noch durch Essig-

säure etwa überschüssiges Bleioxyd entziehn läfst, weil n lich 1 Atom Blei gerade 1 Atom Bleioxyd und 1 Atom Sc fel gerade 1 Atom Schwefelsäure beim Hinzufügen von S stoff bildet und weil sich Bleioxyd und Schwefelsäure g nach dem Verhältnisse von 1 Atom zu 1 Atom verei Hiermit hängt zusammen, dafs, wenn solche Verbindunge zweiten Ordnung, wie schwefelsaures Bleioxyd, in ihre hern Bestandtheilen einen gemeinschaftlichen entferntern halten, wie Sauerstoff, die Mengen desselben in den n Bestandtheilen in einem einfachen Verhältnisse zu ein stehn und z. B. die Menge des Sauerstoffs in der Schw säure gerade 3 Mal so grofs ist, wie die Menge des S stoffes in dem damit verbundenen Bleioxyde. Die That dafs das Mischungsgewicht in einer Verbindung gefunden durch Addition der Mischungsgewichte ihrer Bestandth spricht sehr zu Gunsten der atomistischen Theorie und ersc nach dieser als eine nothwendige Folge. Wenn wir nach ser Theorie annehmen, 1 Atom Blei verbinde sich mit 1 Sauerstoff zu 1 Atom Bleioxyd, so mufs dieses so viel w wie 1 Atom Blei + 1 Atom Sauerstoff, also 103,8+8=1 Ebenso mufs 1 Atom Schwefelsäure 40 wiegen, da in Atom Schwefel = 16 mit 3 Atomen Sauerstoff = 3.8 v bunden gedacht werden. Wenn sich nun im schwefelsau Bleioxyd 1 Atom Bleioxyd mit 1 Atom Schwefelsäure ve nigt, so kommen hier 111,8 Theile Bleioxyd auf 40 Sch felsäure, wie dieses die Erfahrung lehrt. So bildet sic Atom schwefelsaures Bleioxyd, welches 151,8 wiegt und diesem Gewichte mit dem kohlensauren Bleioxyd eine na liche Verbindung bildet.

Aus dem über die proportionirten Verbindungen Mit theilten ergiebt sich ohne Schwierigkeit die Bildung der v Berzelius eingeführten chemischen Formeln und die stöch metrische Berechnung.

Eine *chemische Formel* drückt die Zusammensetzung e ner proportionirten Verbindung nach ihren Bestandtheilen u deren relativer Menge durch Zeichen und Zahlen aus. D Zeichen sind die in der obigen Tafel, Columne B, bemerkt Anfangsbuchstaben, durch welche die einfachen Stoffe be zeichnet werden. Aufserdem haben mehrere, besonders or ganische Verbindungen eigene Zeichen erhalten; z. B. Wass

Cyan = Cy.; Weinsäure = $\overline{T}$; Citronensäure = $\overline{C}$; Es-
= $\overline{A}$ u. s. w. Die beigefügten Zahlen geben die re-
il der Atome an, nach welcher sich die Elemente in
indungen vorfinden; ein Zeichen ohne Zahl deutet
von dem durch das Zeichen ausgedrückten Stoffe nur
n dem zusammengesetzten Atom enthalten ist, da
ung der Zahl 1 überflüssig ist. So ist das Bleioxyd
e Schwefelsäure SO^3, das schwefelsaure Bleioxyd
O^3, das einfach kohlensaure Kali $KO + CO^2$, das
te doppelt kohlensaure Kali, worin 1 Atom Kry-
r, $KO + CO^2 + HO$, das krystallisirte schwefel-
ioniak, worin 1 Atom Krystallwasser, $NH^3 + SO^3 + HO$,
rystallisirte Kali-Alaun, als Beispiel einer sehr ver-
Verbindung, =

$$.O + SO^3) + (Ae^2 O^3 + 3SO^3) + (24HO).$$

teren Formeln zeigen zugleich dafs bei Verbindun-
weiten Ordnung die näheren Bestandtheile durch das
n vereinigt werden, und dafs bei Verbindungen ei-
n Ordnung noch Klammern nöthig sind, um eine
Uebersicht der Art, wie die Elemente verbunden
währen.

iesen Formeln werden meistens die elektropositiveren
e Metalle, Salzbasen u. s. w., zuerst, und die elek-
eren, wie Sauerstoff, Chlor, Säuren, zuletzt ge-
eses stimmt jedoch nicht mit der chemischen Sprache
iberall, wo eine Verbindung nach ihren Bestandthei-
nt ist, geht der elektronegativere voraus; man sagt
ium-Chlor, sondern Chlor-Kalium, nicht Bleioxyd-
iure, sondern schwefelsaures Bleioxyd u. s. w. Es
her das Lesen der chemischen Formeln bedeutend
, wenn ihre Bestandtheile nach derselben Ordnung
würden, wie sie ausgesprochen werden.

echts oben von einem Zeichen gesetzten Zahlen ha-
ind da Anstofs gegeben, da diese Stellung in den
ien Formeln eine Potenz ausdrückt. Daher setzen
hemiker die Zahl rechts unten; z. B. Schwefelsäure
jedoch ist das Zeichen oben bequemer zu lesen.
senschaft, die der Formeln bedarf, hat das Recht,
nöthigen Zeichen und Zahlen nach ihrem Bedürfnifs

zu benutzen; die Mathematik nimmt die Zeichen (.) und ja auch in einem ganz andern Sinne, als die Schrifts eine Verwechselung der chemischen Formeln mit den al schen ist nicht zu befürchten.

Endlich kommen bei den chemischen Formeln f Abkürzungen vor. Da der Sauerstoff in so vielen Verb gen enthalten ist, so wird er oft nur durch Puncte drückt, die über das Zeichen des Stoffes, mit dem e bunden ist, gesetzt werden und deren Zahl die Men in einem zusammengesetzten Atom enthaltenen Sauerstoff ausdrückt. Somit wäre Wasser $= \dot{H}$; Bleioxyd $= \dot{P}b$; Sc felsäure $= \dddot{S}$; Salpetersäure $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}$; schwefelsaures Bleioxyd = u. s. w. So sind auch senkrechte Striche, über das Z des andern Stoffes gesetzt, zur Bezeichnung der Sch atome vorgeschlagen worden, und Puncte, unter das Z gesetzt, zur Bezeichnung der Wasserstoffatome.

Die *stöchiometrische Berechnung* beruht auf Folg Die Menge (M) irgend eines Bestandtheils in einer geg Menge irgend einer proportionirten Verbindung wird durch Factoren bestimmt, nämlich durch sein Atomgewicht (G durch die relative Zahl der Atome (Z), die in der Ve dung enthalten sind. 100 Theile Wasser enthalten nur 11 Wasserstoff auf 88,889 Sauerstoff, wiewohl von beiden S fen eine gleiche Atomzahl darin vorkommt, weil das Ato wicht des Sauerstoffs 8 Mal so grofs ist, als das des Wa stoffs; dagegen enthalten 100 Theile Schwefelsäure 40 Sc fel auf 60 Sauerstoff, wiewohl das Atomgewicht des Sch fels 2 Mal so grofs ist, als das des Sauerstoffs, weil d Atome Sauerstoff auf 1 Atom Schwefel kommen. Aus d Betrachtung ergeben sich folgende Formeln: $M = Z . g$, f $\frac{M}{Z} = g$ und $\frac{M}{g} = Z$.

Die erste Formel findet ihre Anwendung, wenn man relative Menge der in einer bestimmten Menge irgend e Verbindung enthaltenen Bestandtheile erfahren will. M multiplicirt hier das Atomgewicht eines jeden Bestandtheils der Zahl der Atome, welche von ihm in das zusammen setzte Atom eingehn, addirt die so erhaltenen Gröfsen und hält so eine Summe (das Atomgewicht der Verbindung),

n weifs, wie viel hierin jeder Bestandtheil beträgt, wor- Menge durch den Dreisatz für jede andere gegebene der Verbindung gefunden werden kann. Ein Beispiel ieses erläutern. Wie viel betragen die Bestandtheile des lsauren Bleioxyds ($PbO + SO^3$) in 100 Theilen? t $103,8 + 8 = 111,8$; SO^3 ist $16 + 3.8 = 40$; also $O + SO^3 = 111,8 + 40 = 151,8$. Hieraus findet sich, 1,8 schwefelsaures Bleioxyd enthalten: 111,8 Bleioxyd Schwefelsäure, oder, an entfernten Bestandtheilen, Blei, 16 Schwefel und 32 Sauerstoff. Also enthalten heile schwefelsaures Bleioxyd ($151,8:111,8 = 100:x$) Theile Bleioxyd und ($151,8:40 = 100:x$) 26,35 Theile lsäure, oder sie enthalten ($151,8 : 103,8 = 100 : x$) Theile Blei, ($151,8:16 = 100:x$) 10,54 Theile Schwe- ($151,8:32 = 100:x$, 21,08 Theile Sauerstoff. Fol- Tabelle macht diese Berechnungsweise noch anschau-

	Z . G = M		In 100	In 100
b	1 . 103,8 = 103,8		68,38	
	1 . 8 = 8		5,27	
O	=	111,8		73,65
S	1 . 16 = 16		10,54	
O	3 . 8 = 24		15,81	
SO^3		40		26,35
$PbO + SO^3$		151,8		100,00

telst der zweiten Formel findet man das Atomgewicht le, wenn die relative Menge, nach welcher sie in einer ung enthalten sind, bekannt und die Zahl der Atome, lcher sie mit einander verbunden sind, nach Wahr- hkeitsgründen festgesetzt ist. Der Versuch habe er- dafs 100 Theile Schwefelsäure 40 Schwefel und 60 ff halten, und man nehme an, dafs hierbei je 1 Atom l mit 3 Atomen Sauerstoff verbunden ist:

$$M : Z = G$$
$$S\ \ 40 : 1 = 40$$
$$O\ \ 60 : 3 = 20.$$

h verhält sich das Atomgewicht des Schwefels zu d.

dem des Sauerstoffs $= 40:20 = 2:1$; hat man nun Sauerstoffs $= 8$ gesetzt, so mufs das des Schwefels $=$ 1(

Die dritte Formel lehrt die Zahl der Atome in ei bindung ermitteln, wenn die relative Menge der Best und ihr Atomgewicht bekannt ist. Wäre z. B. die mensetzung der Schwefelsäure und das Atomgewicht des fels und des Sauerstoffs bekannt, so würde nach obi mel folgende Berechnung vorzunehmen seyn:

$$\begin{array}{lcl} & M : G & = Z \\ S & 40 : 16 & = 2{,}5 \\ O & 60 : \;8 & = 7{,}5. \end{array}$$

Nach dieser Berechnung sind je 2,5 Atome Schwefe 7,5 Atomen Sauerstoff vereinigt; die so erhaltenen Za ducirt man auf möglichst einfache und erhält in dies $2{,}5 : 7{,}5 = 1 : 3$.

Etwas verwickelter ist folgendes Beispiel. Der F hält in 100 Theilen 16,65 Kali, 18,14 Alaunerde u Kieselerde. Hier sind zuerst die Atomgewichte dies hern Bestandtheile zu berechnen:

K 39,2	2 Al. 27,4	Si 14,8
O 8	3 O 24	2 O 16
Kali 47,2	Alaunerde 51,4	Kieselerde 30,

	M : G	= Z
Kali	16,65 : 47,2	= 0,3528
Alaunerde	18,14 : 51,4	= 0,3528
Kieselerde	65,21 : 30,8	= 2,1172

$0{,}3528 : 0{,}3528 : 2{,}1172 = 1 : 1 : 6$;

also 1 Atom Kali, 1 Alaunerde, 6 Kieselerde, wohl gende Weise zu einem kieselsauren Doppelsalz v $(KO + 3SiO^2) + (Al^2O^3 + 3SiO^2)$.

Da in die meisten Verbindungen wenigstens ein theil nur mit 1 Atom eingeht, so kann man in der R kleinsten Quotienten, der durch die Division der M dem Atomgewicht erhalten wird, $=$ 1 Atom annehm durch Division der gröfsern Quotienten mit dem klei Atomzahl der übrigen Bestandtheile finden. Doch hiervon viele Ausnahmen vor, besonders bei organisch bindungen. So enthalten 100 Theile krystallisirte W

le Kohlenstoff, 4 Wasserstoff und 64 Sauerstoff. Die
ng giebt hier

M : G = Z
C 32 : 6 = 5,33..
H 4 : 1 = 4
O 64 : 8 = 8

.. = 3:4; 4:8 = 3:6; also 4 Atome Kohlenstoff, 3
off, 6 Sauerstoff.

bei diesen stöchiometrischen Arbeiten der Mühe der
ng durch den Dreisatz zu überheben, hat WOLLA-
ie schon früher bekannten *logarithmischen Rechen-*
diesem Behufe eingerichtet und als *chemische Aequi-*
calen eingeführt [2]. Auf einem, in der Mitte eines
Bretes der Länge nach hin und her beweglichen
finden sich die Zahlen 10 bis 500 in Entfernungen,
Logarithmen entsprechen, so dafs z. B. der Raum
10 und 11 so grofs ist, wie der zwischen 100 und
chts und links von diesem Schieber sind auf das Bret
n der einfachen Stoffe und ihrer wichtigern Verbin-
n den ihren Atomgewichten entsprechenden Stellen
net. Wenn sich der Schieber ganz im Bret befin-
, weder oben noch unten hervorragt, so steht bei
stoff, bei 11,25 Wasser, bei 12,5 Wasserstoff 10
i 20 Sauerstoff, 2 Atome und Schwefel, bei 30 Sauer-
tome, bei 40 Sauerstoff 4 Atome, bei 50 Schwefel-
bei 130 Blei, bei 140 Bleioxyd, bei 190 schwefel-
ioxyd u. s. w. So läfst sich bei dieser Stellung des
sehn, dafs 190 Theile schwefelsaures Bleioxyd 140
und 50 Schwefelsäure oder 130 Blei, 20 Schwefel
auerstoff enthalten, denn es ist vorausgesetzt, dafs
Atomzahl der Bestandtheile kennt. Will man nun
ie viel die Bestandtheile in 100 Theilen schwefelsau-
xyds betragen, so stellt man den Schieber so, dafs
100 sich beim schwefelsauren Bleioxyd befindet, wo
bei den Bestandtheilen die entsprechenden Zahlen
Auf diese und mehrere andere Weisen gewährt die

omson Annals T. IV. p. 176.
rgl. Schweigger's Journ. Th. XIV. S. 115.

Aequivalentenscale mannigfache Anwendung. Da jede Zahlenbrüche an den Abtheilungen des Schiebers nicht nau taxirt werden können, als man sie durch die nung erhält, da ferner die Zahl der einfachen Stoffe rer Verbindungen so grofs ist, dafs ihre Namen nicht dem Brete Platz finden, und da die Aufsuchung derse mehr Zeit kostet, als die Berechnung, so hat sich brauch der Aequivalentenscale nicht sehr verbreitet.

Verhältnifs des Atomgewichtes der e chen Stoffe zu ihrem specifischen wichte.

1) Bei starren und tropfbar-flüssigen Sto

Enthielte 1 Mafs eines Stoffes gerade so viele wie 1 Mafs eines andern, so würden sich ihre sp Gewichte verhalten, wie ihre Atomgewichte. Dafs d doch bei den starren und tropf-barflüssigen Stoffen Fall ist, ergiebt sich schon vorläufig aus folgender tung. Je schwerer die Atome eines Stoffes sind, desto sind sie auch und desto weniger können auch, we die Zwischenräume gleich grofs annimmt, in einem be ten Raume enthalten seyn; ferner zeigt die Erfahrung die Zwischenräume bei demselben Stoffe verschieden seyn können, dafs z. B. ein nach dem Schmelzen tes Metall specifisch leichter ist, als ein gestrecktes; dehnt sich der eine Stoff beim Erwärmen mehr aus, andere. Wenn also auch zwei Stoffe bei einer besti Temperatur, bei gleichem Volumen gleich viele Atom halten sollten, so würde dieses bei jeder andern Temp nicht mehr der Fall seyn. Aus diesen Gründen ist be ren und tropfbaren Stoffen überhaupt hinsichtlich der zahl bei gleichem Volumen kein festes Gesetz denkbar. auf folgender Tabelle gegebene Vergleichung der At wichte mit den specifischen Gewichten zeigt zwar, da Ganzen mit gröfsern Atomgewichten auch gröfsere speci Gewichte gegeben sind, jedoch mit vielen Ausnahmen ohne dafs es möglich wäre, ein Gesetz zu ermitteln.

ifische Gewicht entspringt aus der Zahl der Atome, einem bestimmten Raume enthalten sind, multiplicirt m Gewicht, so giebt das specifische Gewicht eines je-ffes, dividirt durch sein Atomgewicht, die Atomzahl ihrem Volumen. Die Stoffe sind in der Ordnung auf-wie der Quotient oder die Atomzahl abnimmt. Setzt Atomzahl des Kaliums, welche die kleinste ist, auf reducirt hiernach die übrigen Quotienten, so erhält Zahlen der letzten Columne. Stoffe, deren specifi-ewicht nicht hinreichend bekannt ist, sind hinweg-

	Specif. Ge-wicht	Atom-ge-wicht	Atom-zahl	Reducirte Atom-zahl
Kohlenstoff .	3,50	6	0,583	27
Kobalt	8,70	29,6	0,294	14
Gold	19,20	66,4	0,289	13
Mangan . . .	8,00	27,6	0,289	13
Eisen	7,84	27,2	0,288	13
Nickel	8,40	29,6	0,284	13
Kupfer	8,79	31,8	0,276	12,5
Palladium . .	12,00	53,4	0,225	10,4
Titan	5,30	24,5	0,216	9,8
Platin	21,00	98,7	0,213	9,7
Zink	6,86	32,2	0,212	9,7
Rhodium . . .	11,10	52,2	0,211	9,6
Chrom	5,90	28,1	0,210	9,6
Tellur	6,24	32	0,195	9
Scheel	17,40	95	0,183	8,3
Molybdän . .	8,60	48	0,179	8,1
Kadmium . .	8,67	55,8	0,155	7
Wismuth . .	9,82	71	0,138	6,3
Quecksilber .	13,60	101,4	0,134	6
Schwefel . . .	2,00	16	0,125	5,7
Zinn	7,29	59	0,123	5,6
Blei	11,35	103,8	0,109	5
Selen	4,3	40	0,107	4,9
Silber	10,48	108,2	0,097	4,5
Arsenik . . .	5,96	75,2	0,079	3,6
Phosphor . . .	1,75	31,4	0,056	2,5
Antimon . . .	6,72	129	0,052	2,4
Natrium . . .	0,97	23,2	0,042	1,9
Uran	9,00	217	0,041	1,9
Iod	4,95	126	0,039	1,8
Brom	2,98	78,4	0,039	1,8
Chlor	1,33	35,4	0,037	1,7
Kalium . . .	0,865	39,2	0,022	1

Aus der Uebersicht dieser Tabelle ergiebt sich Folgendes.

1) Ein gleiches Mafs verschiedener starrer und tropfbarer ...cher Stoffe enthält eine sehr verschiedene Zahl von Ato... und dieselbe kann von 1 bis 27 variiren. Wenn z. B. ... Kubikzoll Kalium 1.x Atome Kalium hält, so hält ein ...zoll Diamant 27.x Atome Kohlenstoff. Die Zwischen... zwischen den Atomen des Kaliums müssen daher viel ...r seyn, als die zwischen denen des Kohlenstoffs. Wel... Ursachen veranlassen die Atome der verschiedenen Stoffe, bald mehr, bald weniger zu nähern? Wahrscheinlich ... verschiedene Anziehung gegen einander, ihre verschie... Anziehung gegen die Wärme, welche die Poren aus..., ihre verschiedene Gröfse und vielleicht auch ihre ver...dene Gestalt. Je gröfser die Anziehung der Atome ge... einander, die Cohäsion ist, desto dichter legen sie sich an ...dern. Gerade der härteste Körper, der Diamant, hält bei ...lem Volumen die gröfste Zahl von Atomen. Entweder ... die grofse Cohäsion die Folge der grofsen Annäherung ...tome, oder diese Annäherung ist Folge der grofsen Co..., d. h., der Anziehung der Kohlenstoffatome gegen ein..., oder beides findet zugleich statt, d. h., die grofse Härte ...amants entspringt aus der starken Anziehung der Koh...atome gegen einander und zugleich aus der dadurch ...ten grofsen Annäherung derselben. Auch die übrigen ... folgen sich *ungefähr* in der Ordnung ihrer Cohäsion; ... härtern Metalle gehn den weichern voraus und das weiche ... beschliefst die Reihe. Doch zeigen die vielfach vor...nden Ausnahmen, dafs aufser der Cohäsion noch an... Umstände auf die Atomzahl einfliefsen.

Hierher gehört ohne Zweifel die verschiedene Anziehung ...offe gegen die Wärme. Je gröfser diese, desto mehr ...me häuft sich in ihren Zwischenräumen an, desto mehr ...en hierdurch die Atome aus einander gehalten. Mit die... gröfsern Anziehung zur Wärme ist auch die Neigung der ...e, mit ihr elastische Flüssigkeiten zu bilden, verknüpft, so findet es sich, dafs die fixeren, also die mit gerin... Anziehung gegen die Wärme begabten Stoffe, wie Koh...off und die fixeren Metalle, eine gröfsere Atomzahl be..., als Schwefel, Selen, Phosphor, Iod, Brom, Chlor ... die flüchtigeren Metalle. Nur das flüchtige Zink und

Tellur und das feuerbeständige Silber und Uran machen hi
von eine Ausnahme.

Endlich hat ohne Zweifel auch die Gröfse der Atom
nen Einflufs auf die Atomzahl. Je schwerer, also
gröfser die Atome sind, desto weniger können bei gleich
Zwischenräumen in einem bestimmten Volumen Platz h
Dieses ist vielleicht eine der Ursachen, warum das Uran
so geringe Atomzahl besitzt, und warum die des Natri
dessen Atomzahl nur 23,2 beträgt, fast doppelt so grofs
als die des Kaliums, dessen Atomgewicht = 39,2. Auch
grofse Atomzahl des Kohlenstoffs ist zum Theil von
kleinen Atomgewichte abzuleiten. Wenn übrigens auch
diesen Beispielen kaum zu bezweifeln seyn möchte, dafs
Anziehung der Atome gegen einander und gegen die W
so wie ihr Gewicht auf die Zahl der Atome bei gleichem
lumen einen grofsen Einflufs ausüben, so kommen do
viele Ausnahmen vor, als dafs man diese Umstände
einzigen, von welchen die Atomzahl abhängt, betr
könnte.

2) Viele Elemente, die sich in ihren übrigen Verh
sen nahe stehn, zeigen ungefähr die gleiche Atomzahl,
Kobalt, Mangan, Eisen, Nickel und Kupfer; Platin und
dium; Scheel und Molybdän; Iod, Brom und Chlor.
ist die Atomzahl des Arseniks die anderthalbfache von der
Phosphors und Antimons, die des Natriums beinahe die
pelte von der des Kaliums.

3) Da die starren und tropfbaren einfachen Stoffe
selten bei gleichen Mafsen eine gleiche Anzahl von Ato
enthalten, so kann es nur selten vorkommen, dafs sie
nach einfachen Mafsverhältnissen vereinigen. Wollte man
1 Kubikzoll Schwefel mit 1 Kubikzoll Blei zusammenbrin
so würden je 5,7 Atome Schwefel auf 5 Atome Blei kom
also, da sich beide Stoffe nach gleicher Zahl der Atome
einigen, ein Theil des Schwefels unverbunden bleiben.
gegen würden mehr als 2 Kubikzoll Schwefel nöthig
um 1 Kubikzoll Eisen in Einfachschwefeleisen zu verwan
da sich die Atomzahl bei gleichem Volumen verhält = 5,7
Ueberhaupt finden nach Ausweis der Tabelle so vielfache
schiedenheiten in der Atomzahl bei gleichem Volumen
dafs auch durch Multiplication des Volumens des einen

l½, 2 u. s. w. keine genauen Verhältnisse herauskom-
rücksichtigt man aufserdem, dafs dasselbe Metall, je
es gestreckt ist oder nicht, eine verschiedene Atom-
tzen mufs, dafs sich ferner die Stoffe beim Erwär-
chieden stark ausdehnen und ein, etwa bei einer
Temperatur gefundenes Gesetz, bei jeder andern un-
yn würde, so wird es klar, dafs die Bestrebungen
ECKE[1] und von FRÈRE DE MONTIZON[2], bei starren
baren Stoffen einfache Mafsverhältnisse aufzufinden,
lchen sie sich vereinigen sollten, erfolglos bleiben

2) Bei elastisch-flüssigen Stoffen.

bereits bei der Erörterung über die Zahl der Was-
ome im Wasser auseinandergesetzt worden ist, so steht
gewicht der elastischen Flüssigkeiten, sie seyen per-
e oder Dämpfe, sie seyen einfach oder zusammenge-
einem bestimmten einfachen Verhältnisse zu ihrem
en Gewichte. Folgende Tabelle wird dieses anschau-
chen, auf welcher zur Vervollständigung der Ueber-
h den einfachen Gasen auch mehrere zusammenge-
fgeführt sind, mit Bezeichnung ihrer Zusammensetzung
emische Formeln auf der letzten Columne. Die in
afel vorkommenden specifischen Gewichte, bei wel-
der Luft = 1 angenommen ist, sind gröfstentheils
mehreren Bestimmungen berechnete Mittel. Die so
gen und deshalb nicht immer eine genaue Uebereín-
g gewährenden Bestimmungen des specifischen Ge-
ieler Dämpfe verdanken wir DUMAS und MITSCHER-
d ihre Angaben sind durch D und M bezeichnet. Wie
vorigen Tafel, giebt auch hier das specifische Gewicht,
s Atomgewicht dividirt, die Zahl der Atome bei glei-
olumen. Bei der Reduction der so erhaltenen Zahlen
chere Verhältnisse wurde die Atomzahl des Phosphor-
offgases und der folgenden = 1 gesetzt.

---

1 essen chemische Mefskunst. Halle u. Leipz. 1815.
2 nn. de Chim. et Phys. T. VII. p. 7.

	Specifisches Gewicht		Atomgewicht	Atomzahl	Reducirte Atomzahl	
Schwefel . .	6,9000	M	16	0,4312	12	
Phosphor . .	4,4200	D	31,4	0,1408	4	
Arsenik . . .	10,6000	M	75,2	0,1423	4	
Sauerstoff . .	1,1093		8	0,1386	4	
Wasserstoff .	0,0693		1	0,0693	2	
Iod	8,7160	D	126	0,0691	2	
Brom	5,5400	M	78,4	0,0709	2	
Chlor	2,4543		35,4	0,0693	2	
Stickstoff . .	0,9706		14	0,0693	2	
Quecksilber .	6,9760	D	101,4	0,0688	2	
Oelerzeugendes Gas	0,9706		7	0,1386	4	C
Arsenige Säure	13,8500	M	99,2	0,1396	4	A
Wasser . . .	0,6239		9	0,0693	2	I
Kohlenoxyd	0,9709		14	0,0693	2	C
Kohlensäure .	1,5252		22	0,0693	2	C
Kohlenwasserstoff . . .	0,5546		8	0,0693	2	C
Schweflige Säure . . .	2,2186		32	0,0693	2	S
Schwefelsäure	3,0000	M	40	0,0750	2	S
Hydrothionsäure . . .	1,1786		17	0,0693	2	S
Schwefelkohlenstoff . .	2,6345		38	0,0693	2	C
Selenige Säure	4,0000	M	56	0,0714	2	Se
Phosgen . . .	3,4249		49,4	0,0693	2	C
Halb-Chlor-Schwefel.	4,7000	D	67,4	0,0696	2	S
Stickoxydul .	1,5252		22	0,0693	2	N
Chlorsilicium	5,9390	D	85,6	0,0693	2	Si
Fluorsilicium	3,6050		52,2	0,0690	2	Si
Chlortitan	6,8360	D	95,3	0,0716	2	Ti
Doppelt-Chlor-Zinn . . .	9,1997	D	129,8	0,0708	2	Sn
Einfach-Iod-Quecksilber	15,9000	M	227,4	0,0699	2	H
Einfach-Brom-Quecksilber	12,1600	M	179,8	0,0676	2	H

	Specifisches Gewicht		Atomgewicht	Atomzahl	Reducirte Atomzahl	
-Chlor- :ksilber	9,8000	M	136,8	0,0716	2	Hg Cl
. . . .	1,8026		26	0,0693	2	NC^2
. . . .	2,5652		37	0,0693	2	C^4H^6O
Naphtha	5,0870		73	0,0697	2	$C^5H^6O^4$
er . . .	5,5100	M	117,4	0,0469	1½	Hg S
orwas- sff . .	1,1910		34,4	0,0346	1	PH^3
dsäure	4,3677		127	0,0344	1	I H
tyd . .	2,3365		67,4	0,0347	1	ClO^4
re . .	1,2618		36,4	0,0347	1	Cl H
Boron	3,9420	D	116,7	0,0338	1	BCl^3
h-Chlor- phor .	4,8750	D	137,6	0,0354	1	PCl^3
Boron	2,3124		66,6	0,0347	1	BF^3
yd . .	1,0399		30	0,0346	1	NO^2
lpeter- . . .	1,7200	M	46	0,0373	1	NO^4
iak . .	0,5893		17	0,0346	1	NH^3
:wasser-	2,6950	D	78,2	0,0345	1	AsH^3
h-Iod- nik . .	16,1000	M	453,2	0,0355	1	AsI^3
h-Chlor- nik . .	6,3006	D	181,4	0,0347	1	$AsCl^3$
h-Chlor- non . .	7,8000	M	235,2	0,0332	1	$SbCl^3$
Brom- ksilber	10,1400	M	281,2	0,0360	1	Hg^2Br
Chlor- ksilber	8,3500	M	238,2	0,0350	1	Hg^2Cl
re . .	0,9359		27	0,0346	1	NC^2H
Cyan	2,1285		61,4	0,0346	1	NC^2Cl
ist . .	1,5946		46	0,0346	1	$C^4H^6O^2$
Naphtha	3,0670		88	0,0346	1	$C^8H^8O^4$
h-Chlor- phor .	4,8500	M	208,4	0,0233	⅔	PCl^5

Aus dieser Tabelle ergiebt sich, dafs alle einfach zusammengesetzte Stoffe, wenn sie sich im elastisch-flü Zustande befinden, mit Ausnahme von zweien, bei gl Massen entweder 1, 2, 4 oder 12 Mal x Atome ent und hiernach zerfallen sie in folgende Classen:

1) *Zwölfatomige Gase:* Schwefel.

2) *Vieratomige Gase:* Sauerstoff, Phosphor, Ar ölerzeugendes Gas und arsenige Säure.

3) *Zweiatomige Gase:* Wasserstoff, Iod, Brom, Stickstoff, Quecksilber, Wasser, Kohlenoxyd, Kohle u. s. w.

4) *Einatomige Gase* kommen blofs bei zusam setzten Stoffen vor, wie Phosphorwasserstoff, Hydrio Salzsäure u. s. w.

Als Ausnahmen bleiben der Zinnober, welcher ein miges Gas, und der Fünffach-Chlor-Phosphor, welcher ein miges Gas bildet. Läfst man vor der Hand diese ge zeln stehenden Fälle bei Seite, so läfst sich derSatz so chen: wenn ein Stoff Gasgestalt annimmt, so umge die Atome desselben mit Wärmesphären, deren Gr verschiedenen Materien theils gleich ist, theils in Verhältnissen abweicht, indem sich das Volumen der mesphären verhält wie 1 (bei zwölfatomigen Gasen): 3 (bei atomigen): 6 (bei zweiatomigen): 12 (bei einatomigen). Je ner die Gaskugeln, d. h. die Atome mit ihren Wärm ren sind, eine desto gröfsere Zahl derselben geht in de ben Raum, also z. B. von den Gaskugeln des Schwef Mal so viel, als von den 12 Mal so grofsen Gaskugel Salzsäure.

Dafs bei den gasförmigen Stoffen ein bestimmtes Ve nifs zwischen Atomgewicht und specifischem Gewicht st det, bei den starren und tropfbaren nicht, ist von folgende sachen abzuleiten. Bei letzteren bewirkt die verschieden Cohäsion eine verschieden starke Annäherung der Ato dadurch eine verschiedene Weite der Zwischenräume; be Gasarten dagegen ist die Cohäsion aufgehoben. Ferne bei den festen und flüssigen Stoffen die verschiedene G der Atome bedeutendern Einflufs: je gröfser sie sind, d weniger reichen, wenn die Zwischenraume nicht unver

ssig verengert werden, zur Ausfüllung eines bestimmten es hin. Bei den Gasarten dagegen, wo jedes Atom mit Wärmesphäre umgeben ist, die oft mehr als das Tauche vom Volumen des Atoms betragen mag, hat die im tnifs hierzu höchst unbedeutende Differenz der Gröfse ome verschiedener Stoffe auf die Gröfse der Gaskugeln Einflufs. Warum jedoch die Gaskugeln je nach der des Stoffs ein ein-, drei-, sechs- oder zwölffaches Vobesitzen, hiervon läfst sich bis jetzt kein Grund, auch rmuthungsweise, angeben.

s ergiebt sich aus diesem einfachen Verhältnisse, in welpecifisches und Atomgewicht der gasförmigen Stoffe zu er stehn, dafs, um zwei gasförmige Stoffe nach gleicher der Atome zusammenzubringen, in dem Falle gleiche beider Gase nöthig sind, wenn sie zu derselben Classe n, dagegen mehrere Mafse des einen Gases auf eines dern, wenn das letztere bei gleichen Mafsen mehr Atohält. So verdichtet sich 1 Mafs salzsaures Gas genau Mafs Ammoniakgas zu Salmiak, weil beide Gase einsind; dagegen sind auf 1 Mafs Sauerstoffgas 2 Mafs stoffgas zur Bildung von Wasser nöthig, weil das offgas vier- und das Wasserstoffgas zweiatomig ist. fs des zwölfatomigen Schwefeldampfes würde 3 Mafs vieratomigen, 6 eines zweiatomigen und 12 eines einn Gases nöthig haben, wenn eine Verbindung nach r Atomzahl statt finden sollte. Hätte man 1 Atom eiffes mit $1\frac{1}{2}$, 2, 3 oder mehr Atomen des andern zu gen, so wären die bei gleicher Atomzahl nöthigen des letztern Stoffes mit einer dieser Zahlen zu multi-. Es finden daher alle Verbindungen der gasförmigen nach einfachen Mafsverhältnissen statt und es sind folbekannt: 1 Mafs zu 1 Mafs (salzsaures und Ammoniak-:2 (Sauerstoff- und Wasserstoffgas zu Wasser); 1:3 und Wasserstoffgas zu Ammoniak); 1:4 (Stick- und stoffgas zu Ammonium); 1:6 (Schwefeldampf und Wasgas zu Hydrothionsäure); 1:9 (Schwefeldampf und offgas zu Schwefelsäure); 1:10 (Phosphordampf und s zu Fünffach-Chlor-Phosphor); 2:3 (Stickgas und Sauerzu Untersalpetersäure); 2:5 (Stickgas und Sauerstoff-Salpetersäure); 2:7 (Chlorgas und Sauerstoffgas zu Ue-

berchlorsäure); 3:4 (Sauerstoffgas und Stickoxydgas zu S
tersäure).

Da fast alle einfache Stoffe durch höhere Tempera
den elastisch-flüssigen Zustand versetzt werden können,
da es nicht zu bezweifeln ist, dafs diejenigen, bei denen
ses noch nicht gelungen ist, wie Kohlenstoff, hierzu ei
ner höhern Temperatur bedürfen, als man bis jetzt herv
bringen vermochte, und dafs diese fixeren Stoffe in
Gaszustande dasselbe einfache Verhältnifs zwischen Ato
wicht und specifischem Gewicht zeigen werden, wie die
tigeren Stoffe, so hat man versucht, nach Wahrschei
keitsgründen das specifische Gewicht der Dämpfe auch so
Stoffe zu berechnen, welche theils noch gar nicht in
Dampfzustand versetzt worden sind, theils zu ihrer Ve
pfung einer zu hohen Temperatur bedürfen, als dafs er
lich wäre, das specifische Gewicht des Dampfes direct
stimmen. Das Kohlenoxyd besteht z. B. aus 6 T
(1 Atom) Kohlenstoff und 8 Theilen (1 Atom) Sauerst
Kohlensäure aus 6 (1 Atom) Kohlenstoff und 16 (2 A
Sauerstoff. Nimmt man an, der Kohlenstoffdampf sey
dem Sauerstoffgas ein vieratomiges Gas, so müssen im
lenoxydgas, welches gleich viel Atome beider Stoffe e
gleiche Mafse Kohlenstoffdampf und Sauerstoffgas enth
seyn, und im kohlensauren Gas, worin 2 Atome Saue
auf 1 Kohlenstoff, 2 Mafs Sauerstoffgas auf 1 Mafs K
lenstoffdampf. Das specifische Gewicht des Sauerstoffg
mufs sich hiernach zu dem des Kohlenstoffdampfes verh
= 8:6, und da das Sauerstoffgas 1,1093 ist, so findet
hiernach das specifische Gewicht des Kohlenstoffdampfes = 0,
d. h. wenn 1 Mafs Kohlenstoffdampf unter einem bestim
äufsern Drucke und bei einer bestimmten Temperatur 0,
wiegt, so wiegt ein gleiches Mafs Luft unter denselben U
ständen 1,000. Nimmt man dagegen an, der Kohlenst
dampf gehöre in die Classe der zweiatomigen Gase, un
seyen im Kohlenoxydgas 2 Mafs, im kohlensauren Ga
Mafs Kohlenstoffdampf mit 1 Mafs Sauerstoffgas vereinigt, d
verhält sich das specifische Gewicht des Sauerstoffgases
dem des Kohlenstoffdampfes = 8:3 = 1,1093:0,416. W
wohl letztere Annahme die wahrscheinlichere ist, so läfst
dieses doch nicht beweisen, und es wäre selbst möglich,

ohlenstoffdampf in die Classe der zwölfatomigen Gase
. Nach ähnlichen Wahrscheinlichkeitsgründen läfst sich
as specifische Gewicht des Dampfes des Borons und der
Metalle berechnen.

Qualitätsänderung der Stoffe bei ihrer chemischen Verbindung.

h bei der chemischen Verbindung aus heterogenen Stof-
e homogene Masse entsteht, so ist hiermit nothwendig
änderung der Eigenschaften der Bestandtheile verknüpft.
Abänderung ist bei den loseren Verbindungen sehr un-
end, und beträgt oft nur gerade so viel, als nöthig ist,
Verschiedenartigkeit der Bestandtheile verschwinden zu
. So verliert das Kochsalz bei seiner Auflösung im
seinen festen Zustand und ertheilt dem Wasser seinen
Geschmack und ungefähr ein mittleres specifisches
ht. Dagegen weichen die Eigenschaften einer innigen
dung fast in jeder Beziehung wesentlich von denen der
theile ab. Der geschmacklose Sauerstoff liefert mit
geschmacklosen Schwefel die höchst saure Schwefel-
der feste Kohlenstoff mit dem festen Schwefel den flüs-
Schwefelkohlenstoff, das graue Quecksilber mit dem gel-
hwefel den rothen Zinnober u. s. w. Wiewohl alle
die zu einer Verbindung zusammentreten, auf die Ei-
aften derselben einen Einflufs ausüben, so ist dieses
n verschiedenem Grade der Fall; der eine Bestandtheil
mehr dazu bei, der Verbindung ihren bestimmten phy-
chen und chemischen Charakter zu ertheilen, als der an-
der eine ist *formender*, als der andere, welcher mehr
undlage dient. So sind die Metalle mehr als Grundla-
die nicht metallischen Stoffe mehr als formende Princi-
u betrachten. Erstere bringen, wenn sie ein bedeuten-
ecifisches Gewicht besitzen, vorzüglich dieses in die
dungen; letztere dagegen heben gewöhnlich den Metall-
die Undurchsichtigkeit, die leichte Leitungsfähigkeit
ktricität und Wärme, wodurch die Metalle ausgezeich-
d, auf, und ertheilen ihnen einen bestimmten chemi-
Charakter. Die Verbindungen des Sauerstoffes mit Me-
haben viel mehr Aehnlichkeit unter einander, desgleichen

die Chlormetalle, Schwefelmetalle u. s. w., als die Verbi
gen eines und desselben Metalls mit Sauerstoff, Chlor, S
fel u. s. w. Als das formendste Princip, nicht blofs für
talle, sondern auch für die übrigen Nichtmetalle, ist der S
stoff zu betrachten, dessen Verbindungen (Säuren, Salz
sowohl in physikalischer als in chemischer Hinsicht am
sten ausgezeichnet sind.

Die Qualitätsänderung läfst sich vorzüglich nach folg
Eigenschaften betrachten.

a) Dichtigkeit.

In den meisten Fällen nimmt die neue Verbindung
kleineren Raum ein, als die Bestandtheile zusammen v
Verbindung; es tritt Verdichtung ein, seltener erfolgt
kehrt Ausdehnung, nur sehr selten keines von beiden.

1) Die Stoffe vereinigen sich ohne Volumensänderu
das specifische Gewicht der Verbindung ist genau da
der specifischen Gewichte der Bestandtheile. Dieser
Fall kommt nie bei der Verbindung starrer und t
Stoffe vor, sondern nur bei der einiger gasförmigen,
sich immer 1 Mafs des einen Gases mit 1 Mafs des an
2 Mafs der gasförmigen Verbindung vereinigt.

So bildet	1 Mafs	mit 1 Mafs	2 Mafs
	Ioddampf	Wasserstoffgas	hydriodsaures G
	Bromdampf	Wasserstoffgas	hydrobromsaure
	Chlorgas	Wasserstoffgas	salzsaures Gas
	Cyangas	Wasserstoffgas	Blausäuredampf
	Stickgas	Sauerstoffgas	Stickoxydgas
	Cyangas	Chlorgas	Chlorcyandampf.

2) Die Vereinigung erfolgt unter Volumensverminde
Verdichtung; das specifische Gewicht der neuen Verbi
ist gröfser, als das aus dem specifischen Gewichte der Best
theile berechnete Mittel.

Sind die Bestandtheile elastisch-flüssig und ist es die
Verbindung ebenfalls, so steht das Volumen derselben zu
der Bestandtheile in einem einfachen Verhältnisse. Hier
es folgende Fälle:

inden sich:

lafs	mit	Mafs	zu	Mafs	Verdichtung von	Verdichtung zu
refel-mpf	6	Sauerstoffgas	6	Schwefligsaures Gas	7	6
—	6	Wasserstoffgas	6	Hydrothionsaures Gas		
phor-mpf	6	Wasserstoffgas	4	Phosphorwasserstoffgas	7	4
—	6	Chlorgas	4	Dreifach-Chlor-Phosphordampf		
nik-mpf	6	Wasserstoffgas	4	Arsenik-Wasserstoffgas		
—	6	Ioddampf	4	Iod-Arsenikdampf		
—	6	Chlorgas	4	Chlor-Arsenikdampf		
refel-mpf	9	Sauerstoffgas	6	Schwefelsäuredampf	10	6
phor-mpf	10	Chlorgas	6	Fünffach-Chlor-Arsenikdampf	11	6
stoff-s	2	Wasserstoffgas	2	Wasserdampf	3	2
—	2	Kohlenoxydgas	2	Kohlensaures Gas		
—	2	Stickgas	2	Stickoxydulgas		
kgas	2	Sauerstoffgas	2	Untersalpetersäuredampf		
rgas	2	Sauerstoffgas	2	Chloroxydgas		
dampf	2	Quecksilberdampf	2	Halb-Brom-Quecksilberdampf		
rgas	2	Quecksilberdampf	2	Halb-Chlor-Quecksilberdampf		
gas	3	Wasserstoffgas	2	Ammoniakgas	4	2
len-ydgas	1	Chlorgas	1	Phosgengas	2	1
ksil-rdampf	1	Ioddampf	1	Einfach-Iod-Quecksilberdampf		
—	1	Bromdampf	1	Einfach-Brom-Quecksilberdampf		
—	1	Chlorgas	1	Einfach-Chlor-Quecksilberdampf		
refel-mpf	3	Chlorgas	1	Halb-Chlor-Schwefeldampf	4	1
nik-mpf	3	Sauerstoffgas	1	Arsenig-Säuredampf		

Nimmt man hypothetisch das specifische Ge
Kohlenstoffdampfs = 0,416 an, wonach er zu de
migen Gasen zu rechnen wäre, so ergeben sich
Fälle.

Es verbinden sich:

	Maſs	mit	Maſs	zu	Maſs
1	Schwefeldampf	3	Kohlenstoffdampf	3	Schwefelkohlenstoffdampf
1	Sauerstoffgas	2	Kohlenstoffdampf	2	Kohlenoxydg
1	Sauerstoffgas	1	Kohlenstoffdampf	1	Kohlensäure
1	Stickgas	2	Kohlenstoffdampf	1	Cyangas
1	Kohlenstoffdampf	2	Wasserstoffgas	1	Kohlenwasserstoffgas
2	Kohlenstoffdampf	2	Wasserstoffgas	1	Oelerzeugen

Wollte man das specifische Gewicht d
dampfs doppelt so groſs, nämlich zu 0,832
also zu den vieratomigen Gasen rechnen, wie
schieht, so wären 2 Maſs Schwefeldampf mi
lendampf zu 6 Maſs Schwefelkohlenstoffdampf
hätten also hier das vielleicht einzig stehende
Volumensvermehrung bei Gasverbindungen, näm
auch dieser Umstand macht die Hypothese,
lenstoffdampf ein zweiatomiges Gas ist, wahrsc

Daſs das Volumen einer gasförmigen Verb
ihrer gasförmigen Bestandtheile in einem einf
nisse steht, geht aus der früher mitgetheilten
die specifischen Gewichte der zusammengesetzt
rem Atomgewicht ein einfaches Verhältniſs zeig
wendige Folge hervor. So wie dagegen bei
tropfbaren Stoffen kein einfaches Verhältniſs zw
schem Gewicht und Atomgewicht aufzufinden
auch die Verdichtung, welche bei ihrer Verbin
det, in keinem einfachen Verhältnisse zum Volum

dung. Ebenso wenig zeigt sich ein solches, wenn eine aus zwei Gasen gebildete Verbindung in ihrem tropfbaren oder festen Zustande mit dem Volumen ihrer gasigen Bestandtheile verglichen wird, z. B. das Volumen des Wassers oder Eises mit dem des Sauerstoff- und Wasserstoffgases, woraus es gebildet wurde, oder das Volum des Salmiaks mit dem des salzsauren und Ammoniakgases. Wiewohl daher bei den meisten Verbindungen zu tropfbar-flüssigen oder festen Körpern mehr oder weniger bedeutende Verdichtungen statt finden, so scheinen sie keinen bekannten Gesetzen unterworfen zu seyn.

3) Es ist nur ein Beispiel bekannt, wo sich gasförmige Stoffe unter *Ausdehnung* verbinden; wenigstens ist nach der von MITSCHERLICH gegebenen Bestimmung des specifischen Gewichts des Zinnoberdampfs anzunehmen, dafs sich 1 Mafs Schwefeldampf mit 6 Mafs Quecksilberdampf zu 9 Mafs Zinnoberdampf vereinigt, also Ausdehnung von 7:9. Dieser Fall ist nicht blofs einzig wegen der Ausdehnung, sondern auch insofern, als der Zinnoberdampf hinsichtlich der Atomzahl eine eigene Classe von Gasen bilden würde, die zweidrittelatomigen. Diese beiden Anomalieen lassen wünschen, dafs der ausgezeichnete Forscher, dem wir diese Gewichtsbestimmung verdanken, dieselbe einer nochmaligen Prüfung unterwerfen möge.

Bei der Verbindung starrer und tropfbarer Stoffe tritt bisweilen Ausdehnung ein, so dafs das specifische Gewicht der Verbindung unter dem durch Berechnung gefundenen Mittel liegt. Das auffallendste Beispiel zeigt der Schwefelkohlenstoff, dessen specifisches Gewicht 1,272 beträgt, während das des Schwefels 2,000 und das des Kohlenstoffs im Diamant 3,500 und in der Kohle 1,573 beträgt. Viel geringere Ausdehnungen sind bemerkt worden bei den Verbindungen des Iods mit Quecksilber oder Silber, des Schwefels mit Arsenik (im gelben Schwefelarsenik) oder Kadmium und des Kupfers mit Zink, Gold oder Platin.

b) Aggregatzustand.

Die neue Verbindung ist bei gewöhnlicher Temperatur entweder starr oder tropfbar oder elastisch-flüssig.

1. Eine *starre Verbindung* kann entstehn:

Aus zwei Gasen. *Verdichtung, Condensation.* Salzsaures Gas verdichtet sich mit Ammoniakgas zu Salmiak.

2) Aus einem gasförmigen und einem tropfbaren S
rschluckung, Absorption. Quecksilber verwandelt
rch sorption von Chlorgas in Chlorquecksilber, von S
in Quecksilberoxyd.

Aus einem gasförmigen und einem starren Stoffe.
falls Absorption. Eisen und andere starre Metalle abso
in der Hitze Sauerstoffgas. Natronhydrat absorbirt kohle
res Gas, starre Verbindungen erzeugend.

4) Aus zwei tropfbaren Stoffen. Quecksilber und
liefern Bromquecksilber.

5) Aus einem tropfbar-flüssigen und einem starren S
Gebrannter Kalk zerfällt mit ½ seines Gewichts Wass
trockenem Kalkhydrat; gebrannter Gyps erhärtet mit W
zu Krystallwasser haltendem Gyps. Quecksilber bildet
vielen Metallen starre Amalgame.

6) Aus zwei starren offen. Meistens durch Zu*menschmelzung*. Schwefel und Metalle; Metalle unter
ander.

II. Eine *tropfbare Verbindung* bildet sich:

1) Aus zwei Gasen. *Verdichtung*, *Condensation*. W
serstoffgas bildet mit Sauerstoffgas Wasser.

2) Aus einem elastisch- und einem tropfbar-flüss
Stoffe. Wiederum *Absorption*. Wasser verschluckt das
saure Gas, wässerige Salzsäure bildend.

3) Aus einem gasförmigen und einem starren Stoffe. E
falls Absorption. Arsenik, Antimon und Zinn bilden
Verschluckung von Chlorgas ein tropfbares Chlormetall.

4) Aus zwei tropfbaren Flüssigkeiten. *Mischung*
engsten Sinne. Wasser und Weingeist, Schwefelkohle
und Chlorschwefel.

5) Aus einer bei gewöhnlicher oder etwas höherer T
peratur tropfbar-flüssigen und einer festen Materie. *A*
sung auf nassem Wege. Salz und Wasser, Campher
Weingeist, Schwefel und Fette.

6) Aus zwei starren Stoffen. Theils in der Hitze,
Schwefel und Kohlenstoff, theils schon in der Kälte,
Salz und Eis.

III. Eine bei gewöhnlicher Temperatur und gewö
chem Luftdruck elastisch-flüssige Verbindung entsteht au

ans zwei permanenteren Gasen, wie Wasserstoffgas und
as, oder aus einem permanenteren Gase und einer tropf-
Flüssigkeit, wie Wasserstoffgas und Brom, oder aus ei-
rmanenteren Gase und einem starren Stoffe, wie Sauer-
und Kohlenstoff, dagegen nie aus zwei tropfbaren
keiten oder zwei starren Stoffen oder einem tropfbaren
em starren Stoffe. Hieraus läfst sich schliefsen, dafs,
on den bis jetzt unzerlegten Stoffen einige zusammen-
sind, dieses vorzugsweise die starren seyn müssen, da
gasförmigen Stoffen starre Verbindungen erzeugen las-
icht aber aus starren Stoffen gasförmige Verbindungen.
ger die Affinität der wägbaren Stoffe gegen einander
t ist, je einfacher sie sind, desto mehr Affinität zei-
dann noch gegen die Wärme, desto mehr Elasticität
sie.

c) Krystallform.

ten haben die Verbindungen dieselbe Krystallform, wie
rer Bestandtheile; so krystallisirt das Kupfer und das
ydul, desgleichen das Silber und das Chlorsilber in
des so häufig vorkommenden regelmäfsigen Systems.
Regel jedoch haben die Verbindungen eine von der
andtheile verschiedene Krystallgestalt und, wenn sie
demselben System gehören sollte, doch mit abwei-
Winkeln. Es wäre ein grofser Fortschritt in der Er-
des innersten Wesens der Stoffe, wenn man aus ih-
tallform die ihrer Verbindungen in voraus bestimmen
Bis jetzt ist es nicht gelungen, hierfür Gesetze auf-
. Die Schwierigkeit liegt theils darin, dafs man die
orm vieler der wichtigsten einfachen Stoffe gar nicht
wie die des Sauerstoffes, Wasserstoffes, Stickstoffes,
. s. w., theils in dem *Dimorphismus*[1]; denn da hier-
selbe einfache oder zusammengesetzte Stoff, je nach
tänden, Krystallformen annehmen kann, welche zwei
lenen Systemen angehören, oder, wenn auch demsel-
eme, doch mit solchen Winkelverschiedenheiten, dafs
en nicht auf einander reducirt werden können, so wird

Art. *Krystallogenie.* Bd. V. S. 1351.

der Schlufs von der Form der Bestandtheile auf die Verbindung sehr erschwert.

Dasjenige, was über den Einflufs der Bestandtheile auf die Krystallform der Verbindung bekannt ist, bildet die bereits[1] abgehandelte Lehre vom *Isomorphismus*, zu welcher noch einige neu aufgefundene Thatsachen gefügt werden sollen. Arsenik und Antimon krystallisiren in spitzen Rhomboedern mit kaum abweichenden Winkeln. Arsenige Säure (AsO^3) nimmt meistens die Gestalt des regelmäfsigen Oktaeders an, bisweilen auch die einer geraden rhombischen Säule; das Antimonoxyd (SbO^3) krystallisirt meistens in dieser Gestalt, z. B. im Weifsspiefsglanzerz, bisweilen aber in regelmäfsigen Oktaedern. Also sind isomorph Arsenik und Antimon, desgleichen arsenige Säure und Antimonoxyd; letztere sind zugleich dimorph. Auch viele Doppelsalze, welche arsenige Säure als eine Basis enthalten, sind mit den entsprechenden Doppelsalz des Antimonoxyds gleichgestaltet, mit Ausnahme des Brechweinsteins, welche von dem Isomorphismus abzuleiten seyn möchte. Ferner schliefst sich den früher aufgezählten drei isomorphen Säuren, Schwefelsäure, Selensäure (SeO^3) und Chromsäure (CrO^3), noch die Mangansäure (MnO^3) an; denn das mangansaure Kali hat dieselbe Krystallgestalt, wie das schwefel-, selen- oder chromsaure Kali. Es zeigen ferner dieselbe Gestalt einer geraden rhombischen Säule: das überchlorsaure Kali ($KO + ClO^7$) und das übermangansaure Kali ($KO + Mn^2O^7$), also sind Ueberchlorsäure und Uebermangansäure mit einander isomorph und 2 Atome Mangan können in den Krystallen 1 Atom Chlor ohne Aenderung der Gestalt vertreten. Gleich krystallisiren in Quadratoktaedern mit kaum abweichenden Winkeln: scheelsaurer Kalk ($CaO + WO^3$), scheelsaures Bleioxyd ($PbO + WO^3$) und molybdänsaures Bleioxyd ($PbO + MoO^3$), wodurch einerseits der Isomorphismus von Scheelsäure und Molybdänsäure erwiesen, andererseits der schon früher angenommene von Kalk und Bleioxyd neu bestätigt wird.

---

1 S. Art. *Krystallogenie*. Bd. V. S. 1354 bis 1360.

Wärmeverhältnisse. Wärmecapacität.

wurde oben gezeigt, dafs die meisten einfachen Stoffe, hwefel, Tellur u. s. w., bei gleicher Atomzahl eine gleiärmecapacität besitzen und dafs diese bei andern das , $1\frac{1}{2}$-, 2- und 4fache beträgt. Aus den bis jetzt be- genaueren Bestimmungen mehrerer Verbindungen darf liefsen, dafs die einfachen Stoffe in denselben in der hre frühere Wärmecapacität beibehalten, und dafs diese nen Fällen nach einem einfachen Verhältnisse ver- und nur höchst selten verringert ist. Dieses ergiebt sich ens aus den hier folgenden Bestimmungen der specifi- Värme verschiedener Verbindungen durch Neumann[1]. oduct ihres Atomgewichts in ihre specifische Wärme iederum die Wärmecapacität bei gleicher Zahl der Atome ese Atome sind aber hier zusammengesetzte, 2, 3 und infache Atome enthaltend, und indem jedes dieser ein- Atome in der Verbindung seine volle Wärmecapacität so ist die Capacität der zusammengesetzten Atome viel als die der einfachen.

---

[1] 'eggendorff Ann. XXIII. 1.

Verbindungen	Formel	Zahl der Atome	Atomgewicht	specifische Wärme	Pr
Wasser . .	HO	2	9,0	1,0000	9
Bittererde	MgO	2	20,7	0,2760	5
Quecksilberoxyd . .	HgO	2	109,4	0,0490	5
Zinkblende	ZnS	2	48,2	0,1145	5
Bleiglanz .	PbS	2	119,8	0,0530	6
Zinnober .	HgS	2	117,4	0,0520	6
Speiskobalt	$CoAs$	2	104,8	0,0920	9
Rothkupfererz . . .	Cu^2O	3	71,6	0,1073	7
Quarz . . .	SiO^2	3	30,8	0,1883	5
Rutil . . .	TiO^2	3	40,5	0,1724	6
Zinnstein .	SnO^2	3	75,0	0,0931	6
Schwefelkies	FeS^2	3	59,2	0,1275	7
Wasserblei	MoS^2	3	80,0	0,1067	8
Realgar . .	AsS^2	3	107,2	0,1111	11
Rauschgelb	AsS^3	4	123,2	0,1132	1
Grauspiefsglanzerz	SbS^3	4	177,0	0,0907	1
Sapphir . .	Al^2O^3	5	51,4	0,1972	1
Chromoxydul . . .	Cr^2O^3	5	80,2	0,1960	1
Eisenglanz	Fe^2O^3	5	78,4	0,1692	1
Witherit .	$BaO + CO^2$	5	98,7	0,1078	1
Strontianit	$SrO + CO^2$	5	74,0	0,1445	1
Kalkspath	$CaO + CO^2$	5	50,5	0,2046	1
Magnesitspath . .	$MgO + CO^2$	5	42,7	0,2270	
Zinkspath	$ZnO + CO^2$	5	62,3	0,1712	1
Weifsbleierz	$PbO + CO^2$	5	133,8	0,0814	1
Eisenspath	$FeO + CO^2$	5	57,2	0,1819	1
Schwerspath	$BaO + SO^3$	6	116,7	0,1088	1
Cölestin . .	$SrO + SO^3$	6	92,0	0,1356	1
Anhydrit .	$CaO + SO^3$	6	68,5	0,1854	1
Bleivitriol	$PbO + SO^3$	6	151,8	0,0848	1

Nehmen wir nach Obigem an, bei gleicher Atomzahl be- die Wärmecapacität des Sauerstoffes 1,5, des Wasser- s, Schwefels und der meisten Metalle 3,0, des Kobalts und des Arseniks und Antimons 6,0, und berechnen wir ch die Wärmecapacität der in der Tafel enthaltenen Ver- gen, so ergiebt sich Folgendes. Wasser; 1 Atom Was- 3,0, 1 Sauerstoff 1,5, zusammen 4,5; die Erfahrung 9,000, also ist die Wärmecapacität dieser beiden Stoffe Verbindung des Wassers verdoppelt. Bittererde und ilberoxyd; 1 Atom Metall und Schwefel haben 3,0, zu- en 6,0, was mit der Erfahrung fast übereinstimmt. Speis- ; Kobalt 4,5, Arsenik 6,0, zusammen 10,5, nach der ung 9,64. Rothkupfererz; 2 Atome Kupfer 6,0, 1 Atom ff 1,5, zusammen 7,5, nach der Erfahrung 7,68. Quarz, und Zinnstein; 1 Atom Metall 3,0, 2 Atome Sauerstoff zusammen 6,0; die Erfahrung variirt zwischen 5,80 und . Schwefelkies; 1 Atom Eisen 3,0, 2 Atome Schwefel zusammen 9,0; nach der Erfahrung nur 7,55; der einzige wo die Wärmecapacität in der Verbindung bedeutend ist. Beim Wasserblei findet bessere Uebereinstim- mung. Rauschgelb und Grauspiefsglanzerz; 1 Atom Me- 6, 3 Atome Schwefel 9,0, zusammen 15; die Erfahrung 13,85 und 16,05. Sapphir, Chromoxydul, Eisenglanz; Metall 6,0, 3 Atome Sauerstoff 4,5, zusammen 10,5; stimmt die Erfahrung beim Sapphir, während bei den übrigen die beobachtete Wärmecapacität gröfser ist. saure Salze; 1 Atom Metall 3,0, 1 Atom Kohlenstoff scheinlich 3,0 (wiewohl die Wärmecapacität der Holz- nur halb so viel beträgt), 3 Atome Sauerstoff 4,5, zu- en 10,5, was mit der Erfahrung sehr gut stimmt. Schwe- re Salze; 1 Atom Metall 3,0, 1 Atom Schwefel 3,0, me Sauerstoff 6,0, zusammen 12,0, was ebenfalls der Er- ng entspricht.

Aus dieser Vergleichung geht Folgendes hervor. So viel ne ein Atom irgend eines einfachen Stoffes für sich braucht, ine bestimmte Temperaturerhöhung zu erfahren, so viel ht es auch meistens in seinen Verbindungen; nur in ei- Falle, beim Schwefelkies, ist die Wärmecapacität der e durch ihre Verbindung beträchtlich verringert, in meh- andern ist sie vermehrt, und zwar bei Wasser gerade

verdoppelt, bei Bittererde, Quecksilberoxyd, Chromox
senglanz und einigen andern nur wenig erhöht. Vi
besitzt der Sauerstoff in diesen Verbindungen eine
so grofse Wärmecapacität, als für sich, und tritt hierm
Classe des Schwefels. Uebrigens lassen sich hier k
nauen Zahlen erwarten, denn die Bestimmung der sp
Wärme ist an und für sich schwierig; derselbe Körp
je nach seinem Zustande eine verschiedene specifische
besitzen, wie z. B. NEUMANN die des Kalkspaths =
und die des Arragonits, der in chemischer Hinsicht
mit übereinkommt, = 0,2018 gefunden hat, und en
die untersuchten Körper nicht völlig rein; das von
untersuchte käufliche Quecksilberoxyd und die Mi
stanzen haben verschiedene Beimischungen, welche
specifische Wärme einfliefsen müssen. Auf jeden
diese Betrachtung, dafs der frühere Versuch, die bei
bindung der Stoffe eintretende Wärmeentwickelung
verminderten Wärmecapacität zu erklären, unmögli
gen konnte, da sich diese in der Regel gleich bl
wenn sie sich verändert, mit sehr wenigen Ausnahm
zunimmt.

Schmelzbarkeit und Flüchtigkeit. Die Verbindu
meistens leichter schmelzbar, als ihre Bestandtheile f
Es giebt kein Beispiel, dafs ein Gemisch von zwei M
strengflüssiger wäre, als jedes der darin enthalten
talle, aber mehrere, dafs es leichter schmelzbar ist, al
So besitzt das Platin-Nickel die Schmelzbarkeit de
pfers; die Legirungen von Blei und Zinn, von Bl
Wismuth u. s. w. schmelzen leichter, als jeder ihrer B
theile. Das Eisen wird durch seine Verbindung mi
unschmelzbaren Kohlenstoff, wie sie im Stahl und Gu
vorkommt, leichter schmelzbar, als es für sich ist. We
Kieselerde ist für sich im Essenfeuer schmelzbar, no
Kalk, wohl aber die Verbindung beider. Der Schwef
det mit dem unschmelzbaren Kohlenstoff den dünnfl
Schwefelkohlenstoff. Die Schwefelmetalle dagegen si
leichtflüssiger, als der Schwefel, doch meistens leichtflü
als das Metall; Schwefelzink, Schwefelzinn, Schwefelk
und einige andere sind strengflüssiger, als selbst das M
Warum die Schmelzbarkeit der Verbindungen bald zwi

rer Bestandtheile liegt, bald unter ihr, bald, wiewohl elten, über ihr, hierüber ist nichts bekannt.

Während hiernach die Schmelzbarkeit durch die Verbin- der Stoffe in der Regel zunimmt, so nimmt dagegen ens ihre *Elasticität* ab.

1) Es wurde schon früher bemerkt, dafs man aus zwei n eine starre oder tropfbare Verbindung bilden kann, aber t umgekehrt aus starren und tropfbaren Stoffen eine gas- ige. Besonders merkwürdig ist der Phosphorstickstoff, cher bei abgehaltener Luft die Weifsglühhitze ohne Zer- ung und Verflüchtigung, ja selbst ohne Schmelzung aus- , da er doch aus dem leicht verdampfbaren Phosphor und Stickstoff besteht, welcher für sich ein so sehr permanen- Gas bildet.

2) Häufig findet es sich, dafs ein flüchtiger Stoff einem ern seine Flüchtigkeit mittheilt. So wird der Kohlenstoff ch seine Verbindung mit Sauerstoff, Wasserstoff oder Stick- f, der Schwefel durch seine Verbindung mit Sauerstoff oder serstoff, das Selen, das Iod, der Phosphor und das Arse- durch ihre Verbindung mit Wasserstoff gasförmig; doch d diese gasförmigen Verbindungen weniger permanent, als reine Sauerstoff-, Wasserstoff- und Stickgas, denn die ... derselben lassen sich durch verstärkten Druck tropf- r machen. Silber, Blei und mehrere andere Metalle werden ch ihre Verbindung mit Chlor bei gelinder Glühhitze ver- mpfbar. In diesen Fällen liegt die Flüchtigkeit der Verbin- g ungefähr in der Mitte zwischen der ihrer Bestandtheile.

3) Sehr selten ist die Verbindung flüchtiger, als ihre Be- ndtheile. Das auffallendste Beispiel liefert der schon bei ° siedende Schwefelkohlenstoff.

Auch zur Aufklärung dieser Veränderungen fehlen alle setze. Nur so viel läfst sich sagen, dafs eine Verbindung wöhnlich um so weniger flüchtig ist, je mehr Atome in ihr sammengesetztes Atom eingehn. So ist die schweflige Säure O^2) gasförmig, die Schwefelsäure (SO^3) fest; letztere ent- lt gerade mehr vom flüchtigeren Princip, dem Sauerstoff, r sie enthält 4 Atome, die schweflige Säure nur 3. 1 Atom kstoff bildet mit 1 und 2 Atomen Sauerstoff gasförmige, 3 und 4 dagegen tropfbare Verbindungen. Das Cyan C^2) ist gasförmig, das Mellon (N^4C^6) fest, wiewohl auch

dieses mehr vom flüchtigen Princip enthält. In ande
trägt allerdings die Flüchtigkeit des einen Bestandth
die gröfsere Atomzahl den Sieg davon; so ist das An
chloreisen ($Fe^2 Cl^2$) flüchtiger, als das Einfachchloreise
wiewohl ersteres 5, letzteres nur 2 Atome enthält.

e) Lichtverhältnisse.

Durchsichtigkeit. Zwei undurchsichtige Stoffe,
talle, geben eine undurchsichtige Verbindung, zwei d
tige eine durchsichtige. Die Verbindungen eines
sichtigen Stoffes mit einem durchsichtigen sind theil
sichtig, theils nicht, ohne dafs sich bis jetzt ein Gru
angeben liefse. So bildet der Sauerstoff mit den Metal
durchsichtige Verbindungen, wie Alkalien, Erden, Z
arsenige Säure, Weifsspiefsglanzerz u. s. w., theils undı
tige, wie Braunstein, Eisenglanz u. s. w. Die Ve
gen des Schwefels mit Kalium, Zink, Arsenik und (
ber sind durchsichtig, die mit Eisen, Kupfer und Sil

Lichtbrechung. Bei den gasförmigen Verbindunge
die lichtbrechende Kraft bald mehr, bald weniger, als si
Berechnung der lichtbrechenden Kraft der gasförmigen
theile als das Mittel ergiebt, wie dieses vorzüglich
Bestimmungen von Dulong[1] hervorgeht, die, weil sie
Brechung des Lichts noch nicht aufgenommen werde
ten, hier vollständig folgen mögen. Spalte A nennt
fachen und zusammengesetzten gasförmigen Stoffe; P
durch die Beobachtung gefundene lichtbrechende
der Luft gleich 1 gesetzt; C die lichtbrechend
die zusammengesetzten Gase nach der Bere
ten, wenn dieselbe gerade das Mittel vor
betrüge; D ihr specifisches Gewicht;
das specifische Brechungsvermögen
Division der lichtbrechenden Kr
wicht erhalten wird.

...e des Sauers...
...mit den
... Es läfst sich
im voraus bestim...

1 Bullet. philom. 1825.

A	B	C	D	E
Luft	1,000		1,000	
Sauerstoffgas	0,924		1,1093	0,83
Wasserstoffgas . . .	0,470		0,0693	6,79
Wasserdampf	1,000	0,933	0,6239	1,60
Kohlenoxydgas . . .	1,157		0,9706	1,21
Kohlensaures Gas .	1,526	1,619	1,5252	1,00
Oelerzeugendes Gas .	2,302		0,9706	2,36
Kohlenwasserstoffgas	1,504		0,5546	2,71
Schwefligsaures Gas .	2,260		2,2186	1,02
Hydrothionsaures Gas	2,187		1,1786	1,85
Schwefelkohlenstoffdampf .	0,179		2,6345	1,97
Chlorgas . .	2,623		2,4543	1,06
Salzsaures Gas . . .	1,527	1,547	1,2618	1,21
Phosgengas	3,936	3,784	3,4249	1,15
Stickgas . .	1,020		0,9706	1,05
Stickoxydulgas . . .	1,710	1,482	1,5252	1,12
Stickoxydgas	1,030	0,972	1,0399	0,99
Ammoniakgas . . .	1,309	1,216	0,5893	2,22
Cyangas . .	2,832		1,8026	1,57
Blausäuredampf . .	1,531	1,651	0,9359	1,63
Weingeistdampf . .	2,220		1,5945	1,39
Aetherdampf	5,280		2,5651	2,05
Salznaphthadampf . .	3,720	3,829	2,2322	1,67

Dulong schliefst aus diesen Zahlen, dafs, wenn die Verbindung saurer Natur ist, ihre lichtbrechende Kraft dem berechneten Mittel steht, wenn sie dagegen alk oder neutraler Natur ist, über demselben. Jedoch mac Salznaphtha eine Ausnahme. Mit der Hinzufügung der E bezweckte ich Folgendes. Nimmt man an, dafs die chungskraft der Stoffe um so gröfser ist, je gröfser ihre tigkeit und Verbrennlichkeit, so mufs letztere gefunden den können durch Division der Brechungskraft mit dem cifischen Gewichte. Die in der Spalte E enthaltenen Q ten entsprechen in der Hauptsache dieser Ansicht, indem der Wasserstoff die gröfste specifische Brechungskraft sitzt und der den brennbaren Stoffen am meisten ent gesetzte Sauerstoff die kleinste. Auch die übrigen stimmen hiermit überein; nur sollte die Brechungsk Schwefelkohlenstoffs geringer seyn, als die der Hydr säure, da sich im ölerzeugenden und Kohlenwassersto Wasserstoff brechender zeigt, als der Kohlenstoff, Schwefelkohlenstoff die Atomzahl des minder stark den Schwefels doppelt so grofs ist, als die des Kohl und vorzüglich sollte die specifische Brechungskraft des oxydulgases geringer seyn, als die des Stickgases, da der stoff durch seine Verbindung mit Sauerstoff an lichtbr der Kraft verlieren mufs.

Farbe. Farblose Stoffe erzeugen meistens farblose bindungen, doch liefert der farblose Stickstoff mit dem losen Sauerstoff die blaue salpetrige und die rothgelbe U salpetersäure, und im organischen Reiche sehn wir aus lenstoff, der wenigstens im Diamant farblos erscheint, serstoff, Sauerstoff und zum Theil Stickstoff mannigfache haft gefärbte Verbindungen hervorgebracht. Gefärbte S wie Schwefel, Selen, Iod und Metalle, liefern unter ein meist gefärbte Verbindungen, doch ist z. B. die Verbi des Iods mit dem grauen Kalium und des gelben Chlors dem grauen Blei oder Silber farblos. Farblose Stoffe bilden gefärbten theils farblose, theils gefärbte Verbindungen; so die des Sauerstoffs mit den Alkali- und Erdmetallen w dagegen mit den meisten schweren Metallen mannigfach färbt. Es läfst sich bis jetzt aus der Farbe der Bestandt nicht im voraus bestimmen, welche Farbe die Verbin

rd; diese ist von der der Bestandtheile oft durchaus en. Das rothe Kupfer bildet mit dem farblosen Sauer- braunschwarzes Oxyd, dieses mit der farblosen säure ein weifses Salz und dieses mit Wasser den rystallisirten Kupfervitriol. Das graue Chrom erzeugt ger Sauerstoff das grüne Oxydul, welches mit ver- n farblosen Säuren theils grüne, theils violette Salze und mit mehr Sauerstoff liefert das Chrom die roth- romsäure, deren Verbindungen mit Salzbasen theils ils roth erscheinen.

hemische und physiologische Verhältnisse.

neue Verbindung zeigt meistens ganz andere Affini- s ihre Bestandtheile, wie schon oben bemerkt wurde; zeigt sie auf den menschlichen Körper oft ganz andere gen. Weder Schwefel noch Sauerstoff zeigen Affini- n die meisten Salzbasen, dagegen die aus ihnen ge- Schwefelsäure sehr starke. Beide Stoffe gehn mit der Farbe des Lackmus keine rothe Verbindung ein, wie die Schwefelsäure thut. Auch sind sie geschmacklos e ätzende Wirkung, während die Schwefelsäure äu- uer schmeckt und ätzend wirkt. So bildet der in je- ehung höchst indifferente Stickstoff mit Sauerstoff die Salpetersäure, mit Wasserstoff das scharfe Ammoniak Kohlenstoff und Wasserstoff die narkotische Blausäure. ige Wirkung vieler Metalle zeigt sich vorzüglich erst, ie mit Sauerstoff, Chlor und ähnlichen Stoffen ver- sind. Werden diese Eigenschaften erst durch die ung hervorgebracht, oder liegen sie bereits in den en versteckt und kommen erst in bestimmten Ver- en zum Vorschein? Weder dieses ist bekannt, noch tz, aus welchem diese Aenderungen der chemischen siologischen Verhältnisse abzuleiten wären.

hrend nach Obigem durch die Verbindung der Stoffe emische und physiologische Eigenschaften zum Vor- ommen, so können hierdurch andererseits auch ausge- e Eigenschaften dieser Art, welche den Bestandtheilen en, aufgehoben werden. Dieses zeigt sich besonders

auffallend bei der Verbindung der Säuren mit den Sal
und wird unter dem Namen der *Neutralisation* begriffe
dem sich eine Säure mit einer Salzbasis nach einem be
ten Verhältnisse vereinigt, so heben sich wechselsei
entgegengesetzten Eigenschaften dieser beiden Stoffe a
es entsteht ein mehr oder weniger neutrales Ganzes.
Salzsäure z. B. riecht und schmeckt sehr sauer und
Lackmus; das Ammoniak riecht und schmeckt stechend
lisch, stellt die blaue Farbe des durch Säure gerötheten
mus wieder her, röthet Curcuma und grünt Veilch
welche Farbenveränderungen durch Säuren wiederum
hoben werden können; beide Stoffe wirken in conce
Gestalt ätzend auf den thierischen Körper, jedoch a
schiedene Weise. Bringt man nun wässerige Salzsä
Ammoniak nach dem richtigen Verhältnisse zusamme
dieses durch Prüfung mit Lackmus- und Curcumapa
funden wird, so erhält man ein ganz neutrales Gemisc
Auflösung des Salmiaks in Wasser, welches weder L
noch Curcuma röthet, weder sauer noch alkalisch ri
schmeckt, einen gelind salzigen Geschmack besitzt,
ätzend wirkt und ohne Schaden in gröfserer Menge ve
werden kann. Es haben sich also hier die beiden Stoffe
tralisirt; es ist eine *neutrale Verbindung* gebildet,
Neutralität, *chemisches Gleichgewicht*, *chemische Indi*
eingetreten, und das Verhältnifs, bei welchem diese we
seitige Aufhebung der entgegengesetzten Eigenschaft
vollständigsten eingetreten ist, wird der *Neutralisation*
genannt. Würde zu diesem neutralen Gemisch etwas
säure mehr gefügt, so würden ihre Eigenschaften wieder
sauren Geschmack und Lackmusröthung erkennbar seyn
würde *vorwalten*, *vorschlagen* oder im *Ueberschufs*
handen oder es würde das Ammoniak mit Salzsäure *übe*
tigt seyn, und ebenso, nur umgekehrt, beim Zusatz vo
was Ammoniak zum neutralen Gemisch.

Anhang zur Qualitätsänderung.

Obgleich die Eigenschaften einer Verbindung wese
von ihren Bestandtheilen und dem Verhältnisse, wonach
selben zusammentreten, abhängen, so haben doch die ne
Erfahrungen gezeigt, dafs noch andere Umstände hierauf

, und dafs Verbindungen existiren können, aus den- Bestandtheilen, genau nach demselben Verhältnisse zu- gesetzt, und doch von abweichenden Eigenschaften. lassen sich folgende Fälle unterscheiden.

Abweichende Eigenschaften der Verbindungen, die sich aus einer verschiedenen Aneinanderlagerung ihrer zusammengesetzten Atome erklären lassen.

a) Dimorphismus.

Wie bereits[1] gezeigt wurde, so können dieselben Stoffe, einfache, als zusammengesetzte, in Gestalten anschiefsen, zwei verschiedenen Krystallsystemen angehören, oder, auch demselben, doch mit solchen Winkelverschieden-, dafs sie nicht auf einander zurückgeführt werden kön- Es wurde angenommen, dafs diese verschiedene Form der Art abzuleiten ist, wie sich die Atome der krystalli- Materie an einander lagern, was vorzüglich von der des Krystallisirens statt findenden Temperatur abhän-, und gezeigt, dafs mit der verschiedenen Gestalt Ab-ungen im specifischen Gewicht, in der Farbe und an- Eigenschaften verbunden sind. Als Beispiele von zusam-gesetzten Materien, welche Dimorphismus zeigen, wurden: kohlensaurer Kalk (im Kalkspath und Arragonit); -Schwefel-Eisen (im Schwefelkies und Strahlkies); Ti-yd (im Rutil und Anatas); Bittersalz und Zinkvitriol (in allen des zwei- und zwei- und in Krystallen des zwei-gliedrigen Systems); schwefelsaures und selensaures xyd (in Krystallen des viergliedrigen und des zwei-zweigliedrigen Systems) und doppelt-phosphorsaures Na- (in zwei verschiedenen Krystallreihen des zwei- und gliedrigen Systems). Hierzu kommen noch folgende neuere ungen.

Das Kupferoxydul zeigt im gewöhnlichen Rothkupfererz regelmäfsige Oktaeder und andere Formen des regel-

[1] S. Art. *Krystallogenie*. Bd. V. S. 1851.

mäfsigen Systems; dagegen in der Kupferblüthe nach Se eine regelmäfsige sechsseitige Säule; also derselbe Dim mus, wie beim metallischen Kupfer. Nach den Beob gen von Hayes[2] und von Frankenheim[3] schiefst d fach-Iod-Quecksilber aus seinen Auflösungen sowohl, der Sublimation in sehr gelinder Wärme in sch Krystallen des viergliedrigen Systems an, dagegen Sublimation in höherer Temperatur in schwefelgelb bischen Tafeln des zwei- und eingliedrigen Systems then Krystalle werden bei jedesmaligem Erwärmen g Erkalten wieder roth. Die durch Sublimation erhalt ben Krystalle bleiben beim Erkalten unverändert; ab schwächsten Reibung oder Berührung mit einer Sp sich der berührte Punct scharlachroth, und diese pflanzt sich unter einer Bewegung, wie wenn die lebt wäre, durch den ganzen Krystallhaufen, so w sammenhängt, fort. Es bleibt hier die äufsere For ben Krystalle, während die zusammengesetzten Atom wechselseitige Lage, wie sie den rothen Krystallen angenommen haben müssen, womit die rothe Farb ben ist; es sind gelbe Afterkrystalle. Sublimirt menge von rothen und gelben Krystallen bei so gelind me, dafs erstere ihre Farbe nicht ändern, so sublim rothe und gelbe Krystalle zugleich; letztere können den rothen Krystallen, die man erwärmte, gebildet die Erwärmung unter ihrer Farbenveränderung blieb aus schliefst Frankenheim, dafs die gelben Krystalle che verdampfen und der Dampf der gelben von dem then verschieden sey. Sollte nicht vielleicht die Te so in der Mitte gestanden haben, dafs sich an kühler rothe, an etwas wärmeren gelbe Krystalle aus dem verdichteten? Andere interessante Beobachtungen vo kenheim[4] bestehn in Folgendem. Läfst man einen von in Wasser gelöstem salpetersaurem Kali auf ein platte verdunsten und beobachtet die sich bildenden

---

1 Poggendorff's Ann. XXXIV. 528.
2 Silliman Amer. Journ. T. XVI. p. 174.
3 Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft. 1837. S.
4 Poggendorff's Ann. XL. 447.

dem Mikroskop, so bemerkt man, wie sich neben we- Krystallen des zwei- und zweigliedrigen Systems, in den der Salpeter gewöhnlich erscheint, auch viele stum- Rhomboeder bilden, welche mit denen des salpetersauren ns übereinstimmen.

Heraus ergiebt sich zugleich der Isomorphismus von und Natron. Da, wo sich die Krystalle der zwei ver- denen Systeme nähern, runden sich die rhomboedrischen nd verschwinden allmälig, während sich die prismati- auf ihre Kosten vergröfsern, wohl, weil erstere lösli- sind, als letztere. Berühren sich beide Krystallarten, so en die rhomboedrischen sogleich trübe und zerfallen in tische Krystalle, die sich ebenfalls ausbreiten, so dafs Ende alle Rhomboeder verschwunden sind, aufser bei sehr en Tropfen, wo die Flüssigkeit um die Rhomboeder her- verdunstet, bevor die Umwandlung erfolgt ist. Die trock- Rhomboeder bleiben unverändert, aufser beim Ritzen mit m prismatischen Salpeterkrystall oder einer Nadel, wo- h sie bei unveränderter äufserer Gestalt und kaum merk- er Trübung in ein Aggregat von prismatischen Krystallen wandelt werden, so dafs sie in einer gesättigten Salpeter- ng prismatisch fortwachsen. Auch durch Erhitzung weit r 110° C. werden die Rhomboeder auf gleiche Weise ver- ert, so wie auch aus einer heifsen Salpeterlösung blofs matische Krystalle erhalten werden.

Die Umstände, unter welchen der kohlensaure Kalk ent- der als Kalkspath (in Rhomboedern von 2,73 specifischem wicht) oder als Arragonit (in härtern Rectanguläroktaedern andern Gestalten von 2,92 specifischem Gewicht) krystal- t, sind von G. Rose[1] genau ausgemittelt. Läfst man eine ung des kohlensauren Kalks in Kohlensäure haltendem er bei gewöhnlicher Temperatur verdunsten, so erhält blofs Kalkspath in meist entscheitelten, primitiven Rhom- dern; dampft man dagegen die Auflösung im Wasserbade so erhält man Arragonit in sechsseitigen Säulen, mit we- n Kalkspathkrystallen gemengt, weil anfangs die Hitze Flüssigkeit geringer ist. Mischt man bei gewöhnlicher peratur wässerigen salzsauren Kalk mit wässerigem koh-

[1] Poggendorff's Ann. XLII. 355.

lensaurem Ammoniak, so entsteht zuerst ein voluminö-
kiger Niederschlag von kreideartigem kohlensaurem Kalk,
eher, wenn man ihn sogleich auf dem Filter auswäscht,
und trocknet, unverändert bleibt, ein specifisches Gew.
2,716 besitzt und sich unter dem Mikroskop aus klei-
durchsichtigen Körnern bestehend zeigt (dieses ist a-
pher kohlensaurer Kalk), welcher jedoch, wenn er l-
in der salzigen Flüssigkeit bleibt, zu mikroskopischen
len von Kalkspath von 2,719 specifischem Gewicht ü-
geht. Werden die genannten Salzlösungen kochend,
und bringt man das kohlensaure Ammoniak zum s-
Kalk, so erhält man Arragonit mit etwas Kalkspath.
Fügt man dagegen den salzsauren Kalk zum kohlens-
moniak, so erhält man Arragonit, aus besonders kl-
stallen von 2,949 specifischem Gewicht bestehend.
diese Krystalle aber nicht sogleich auf dem Filter g-
ausgewaschen und getrocknet, sondern bleiben i-
Flüssigkeit, so gehn sie nach dem Erkalten derselben
in 8 Tagen vollständig, in Kalkspathkrystalle über;
nem Wasser erfolgt diese Umwandlung viel langsamer.
man kohlensauren Kalk unter starkem Drucke nach
Methode, so krystallisirt er beim Erkalten immer a-
spath. Ein größerer Arragonitkrystall zerfällt bei sch-
Glühhitze ohne Gewichtsverlust zu einem weißen u-
sichtigen gröblichen Pulver, dessen specifisches Gewi-
noch 2,706 beträgt. Also krystallisirt der kohlensau-
in der Gestalt des Arragonits ungefähr bei 100°, dage-
wohl bei niedrigerer als bei höherer Temperatur als
spath.

b) Amorphismus.

Die Lehre vom Amorphismus ist erst in neuerer Ze-
FUCHS [1] entwickelt worden, dessen Beobachtungen und A-
in dem Folgenden mit einigen Zusätzen benutzt sind. Ein
Körper erscheint entweder bloß krystallinisch, oder
amorph, oder tritt auch bald krystallinisch, bald amorp-
je nach den Umständen, unter welchen er aus dem fl-

1 Schweigger's Journ. Th. LXII. S. 257. LXVII. S. 418. Po-
dorff's Ann. XXXI. 577.

nde in den festen übergeht, und nach seiner ursprüng- Geneigtheit für die Annahme dieses oder jenes Zustan- Im amorphen Zustande geht den festen Körpern nicht die äufserliche Krystallform ab, sondern auch, selbst bis ihre kleinsten Theile, jede Art von krystallinischer Textur; zeigen keine doppelte Strahlenbrechung, keinen Blätterdurch- und keinen körnigen, sondern einen muschligen Bruch. ist kein amorpher Körper, sondern ein Aggregat von unausgebildeten Krystallen. Glas ist amorph. Kommt derselbe Körper in beiden Zuständen vor, so ist er krystallinischen immer specifisch schwerer, härter und mei- auch weniger löslich, als im amorphen. Es scheint da- dafs sich im ersteren Zustande die Atome mehr nähern, letzteren. Die Ueberführung eines Körpers aus dem Zustande in den krystallinischen nennt Fuchs die *formation* und die aus dem krystallinischen in den amor- die *Deformation* oder *Entstaltung*.

Ein amorpher Körper kann entstehn:

1) Durch Schmelzung, die dann *Verglasung* zu nennen So die gewöhnlichen Glasarten, viele Schlacken, Obsi-, Pechstein, Perlstein, Bimstein, verglaste Boraxsäure, Phosphorsäure, arsenige Säure, Arseniksäure u. s. w. Alle Körper, die nach dem Schmelzen amorph erstarren, zei- einen zähen Flufs. Diese Zähigkeit scheint der Grund zu, warum sich die Atome während des Erstarrens nicht zusammenlagern können, um eine krystallinische Masse bilden. Man kann als Regel annehmen, dafs, wenn eine geschmolzene Materie nach dem raschen Erstarren durchsich- erscheint, sie amorph ist, dagegen krystallisirt, wenn sie, wohl sie während des Fliefsens klar erschien, beim Erkal- trübe oder undurchsichtig wird, wie z. B. Kalihydrat; die vielen kleinen, nach verschiedenen Richtungen durch- einander gewachsenen Krystalle müssen eine confuse Brechung Zurückwerfung des Lichts veranlassen. Nach einer Be- obachtung von Graham scheint beim Erstarren zu einer amor- Masse weniger Wärme entwickelt zu werden, als beim Krystallisiren, wenigstens entwickelt das doppelt-phosphor- Natron nach dem Schmelzen beim Erstarren weniger , als das doppelt-arseniksaure Natron; ersteres erstarrt

zu einem durchsichtigen Glase, letzteres zu einer weifsen durchsichtigen, aus Fasern zusammengesetzten Masse.

2) Durch Abdampfung seiner Lösung. Eine Auf des Gummi's, Leims, Eiweifsstoffs, Wasserglases u. s. Wasser und der meisten Harze in Weingeist läfst beim dunsten die gelösten Stoffe amorph zurück. Alle diese sind schon in sehr kleinen Mengen des Lösungsmittels l sie bleiben daher noch völlig gelöst, nachdem der Theil desselben verdunstet ist, und bilden eine sehr c trirte, dicke Lösung, deren Zähigkeit wiederum die kr nische Aneinanderlagerung zu hindern scheint.

3) Durch Fällung. Die meisten voluminösen, galle gen und schleimigen Niederschläge sind wohl als amor betrachten. Theils behalten sie diesen Zustand auch be gerem Verweilen in der Flüssigkeit und stellen nach dem waschen und Trocknen erdige oder durchscheinende M von muschligem Bruch dar, z. B. Alaunerde und phos saurer Kalk; theils sinken sie schon in der Flüssigkeit, sie sich bildeten, zu einem minder voluminösen Ag von kleinen Krystallen zusammen, wie kohlensaurer Harnsäure.

a) Amorphismus einfacher Stoffe.

Der Kohlenstoff zeigt Dimorphismus im Diamant un phit; der Rufs und die Kohle überhaupt lassen sich als am Kohlenstoff betrachten. Auch der dimorphe Schwef sich amorph erhalten, wenn man ihn weit über den Sc punct erhitzt, so dafs er dickflüssig wird, und dann i ser giefst, worin er zu einem weichen hyacinthrothen erstarrt, welches aber allmälig wieder krystallinisch u mit undurchsichtig und gelb wird. Auch der aus wä Flüssigkeiten gefällte Schwefel, die Schwefelmilch, sich im amorphen Zustande zu befinden. Der Phospl Dunklen unter Wasser aufbewahrt, überzieht sich mi weifsen undurchsichtigen Pulver, welches zwar von P für ein Hydrat des Phosphors erklärt wurde, aber Rose[1] reiner Phosphor ist, nur von einer andern Agg

1 Poggendorff's Ann. XXVII. 565.

d zwischen 40° und 50° ohne Gewichtsabnahme zu ge-hnlichem Phosphor zusammenschmelzend. Einer dieser iden Zustände des Phosphors möchte ein amorpher seyn. s ungeglühte Silicium ist beim Erhitzen in der Luft ver-mlich, das zuvor in Wasserstoffgas geglühte nicht; wahr-heinlich ist ersteres amorph, letzteres krystallinisch und da-er cohärenter. Die auffallenden Eigenschaften des Platin-warz[1] lassen es mit Wahrscheinlichkeit als amorphes Pla-d betrachten.

β) Amorphismus zusammengesetzter Stoffe.

Es sollen hier bloſs diejenigen Verbindungen betrachtet rden, welche sowohl krystallinisch als auch amorph vor-mmen, da ja vorzüglich nachgewiesen werden soll, daſs gleicher Mischung verschiedene Eigenschaften gegeben seyn nnen. Der Quarz hat 2,69 specifisches Gewicht und dop-lte Strahlenbrechung, löst sich nur wenig in kochendem srigem Kali und erhärtet, noch so fein gepulvert, nicht Kalk unter Wasser. Der Opal hat 2,09 specifisches Ge-cht und einfache Strahlenbrechung, löst sich leicht in ko-endem Kali und erhärtet mit Kalk unter Wasser zu einem rtel. Beide Mineralien sind Kieselerde; doch hält der Opal bis 10 Procent Wasser, und von diesem wurde die Ver-hiedenheit abgeleitet, indem man den Opal als Kieselerde-drat betrachtete. Für eine solche Annahme ist jedoch der asergehalt des Opals zu gering und zu veränderlich. Fuchs trachtet daher den Opal als amorphe Kieselerde, wofür noch richt, daſs, wenn man aus ihm durch Glühhitze alles Was-r ausgetrieben hat, er fast noch dasselbe Ansehn besitzt, e zuvor, und sich noch fast ebenso leicht in Kali löst. Die emisch dargestellte Kieselerde, auch geglüht, verhält sich en Kali, wie der Opal, und ist daher als amorphe zu be-achten. Chalcedon und Feuerstein sind Gemenge von Quarz d Opal, welcher letztere sich durch Kochen mit Kali aus-hen läſst, wo der Quarz vom Ansehn des Kaschelongs zu-rückbleibt.

Erhält man grünes Glas mehrere Stunden bis Tage bei r Temperatur, in der es gerade weich wird, wobei man

1 S. Art. *Platin*. Bd. VII. S. 500.

es gewöhnlich, damit es nicht zusammensinke und seine Fo verliere, mit irgend einem unschmelzbaren Pulver fest u giebt, dessen chemische Natur übrigens ganz gleichgültig i z. B. mit Kohle, Eisenoxyd, Beinasche, Sand u. s. w., wird es, von aufsen nach innen fortschreitend, trübe und serig, und ist endlich vollständig in das *Reaumur'sche Porc lan* verwandelt, welches weifs, wenig durchscheinend, m von faserigem Bruche, übrigens specifisch schwerer, strengflüs und bei weitem härter als Glas ist, am Stahl Funken gi Wärme und Elektricität besser leitet, daher beim Reiben n elektrisch wird, und welches auch bei raschem Tempera wechsel nicht so leicht springt. Diese Veränderung erf ohne merklichen Gewichtsverlust und ist wohl davon ab leiten, dafs während des länger dauernden Zustandes Weichheit die das Glas constituirenden zusammengesetz Atome sich dichter und in der Art an einander legen, d Krystallbildung erfolgt. Doch ist hierzu nöthig, dafs das G bestimmte Bestandtheile in bestimmten Verhältnissen enthal daher nicht alles Glas, und in der Regel nicht das wei dieser Veränderung fähig ist und daher auch wohl im Rea mur'schen Porcellan häufig amorphe Glastheile, den krystal nischen beigemengt, übrig bleiben mögen. Schmelzt m Reaumur'sches Porcellan von 2,80 specifischem Gewicht, so l fert es nach Guyton Morveau ein Glas von 2,625 spec schem Gewicht, was aber allerdings nicht durchsichtig, s dern bedeutend getrübt ist. Auch mir lieferte ein Spli Reaumur'sches Procellan, auf Platindraht vor dem Löthr geschmolzen, nach starkem Blasenwerfen ein stark getrü Glas. Also scheint doch einige chemische Aenderung bei ser Entglasung vorgegangen zu seyn[1]. Basalt, der ein gregat von Krystallkörnern ist, schmilzt zu einem schwa Glase; dieses, längere Zeit in der Glühhitze erhalten, wieder feinkörnig und undurchsichtig. Fuchs schmolz starkes Feuer ein Gemenge von Thon, Kalk und Ma eisen zu einer schwarzen Schlacke zusammen; als die doch beinahe abgekühlt war, so wurde sie gleichsam l

1 Vergl. Lewis phys. chem. Abhandl. übers. von Krünitz Darticues Ann. de Chim. T. L. p. 325. Guyton Morveau Ann. de T. LXXXIII. p. 113.

d zerfiel in wenig Augenblicken zu einem grauen

suvian und Kalkgranat haben dieselbe chemische Zusetzung; namentlich giebt die Analyse des Vesuvians Viluiflusse und des grünen Granats ebendaher fast dasesultat, nach der Formel: $CaO + Al^2O^3 + 3SiO^2$, bei beiden ein Theil der Alaunerde durch das derisomorphe Eisenoxyd vertreten ist. Die Krystalle des ns gehören dem viergliedrigen, die des Granats dem n Systeme an; specifisches Gewicht der ersteren 3,63, tteren 3,4. Dieselbe Verbindung nun, welche fähig den beiden Gestalten des Vesuvians und Granats Dimus zu zeigen, läſst sich auch im amorphen Zustande . Man möge den Vesuvian oder den Granat schmel- erhält man, wie Magnus[1] gezeigt hat, ohne Geerlust immer ganz dasselbe Product, nämlich ein Glas rselben grünen Farbe und Durchscheinheit, wie die stallisirten Mineralien, aber weicher und von nur 2,95 hem Gewicht, so daſs bei diesem Uebergange aus dem inischen in den amorphen Zustand eine Ausdehnung nahe $\frac{1}{8}$ statt findet. Zugleich zeigt sich dieses Glas in re löslich, während es die beiden krystallisirten Mineicht sind. Noch mehrere andere Kieselerde haltende n, die nicht in Salzsäure löslich sind, werden es durch , wohl aus derselben Ursache.

e im Groſsen sublimirte arsenige Säure schmilzt im wegen höherer Temperatur zu einem wasserhellen usammen. Dieses weiſse Arsenikglas, bei gewöhnli- Temperatur Monate lang aufbewahrt, wird trübe und weiſs und undurchsichtig. Auch hier ist es wahrscheindaſs ein Uebergang aus dem amorphen glasigen in den linischen Zustand statt findet, nur bleibt es auffallend, ierbei nach Guibourt das specifische Gewicht von auf 3,695 abnimmt und sich die undurchsichtige Säure em und heiſsem Wasser etwas reichlicher löst, als die , während sonst beim amorphen Zustande geringere keit und leichtere Löslichkeit statt findet. Löst man ch durchsichtige Säure in kochender verdünnter Salz-

[1] Poggendorff's Ann. XX. 477. XXI. 50. XXII. 391.

säure und läfst die Lösung sehr langsam erkalten, so le nach H. Rose[1] jeder sich ausscheidende Krystall lebhaft krystallisirte Säure, in Salzsäure gelöst, zeigt diese Er nung nicht, desgleichen nicht die verglaste Säure, sie undurchsichtig geworden ist, aufser wenn sie noch amorphe Säure beigemischt enthält. Indem also die Säure beim Krystallisiren aus ihrer salzsauren Lösung i stallinische übergeht, wird Licht frei. Diese Erfahrung sofern auffallend, als sie zeigt, dafs die Auflösung der phen Säure von der der krystallinischen verschieden i doch mit dem flüssigen Zustande aller Unterschied von A und Krystallinisch aufhören sollte.

Die Behauptung von Berzelius, dafs der Mineral dieselbe Zusammensetzung wie das graue Schwefel besitzt (SbS³), welche, wiewohl sie durch H. Rose's, Lipps's und meine Versuche bestätigt wurde, dennoch die neueste Zeit wiederholt bestritten worden ist, erhält die Ansichten und Versuche von Fuchs eine neue gung und vollständige Aufklärung. Nach ihm ist da Schwefelantimon die Verbindung im krystallisirten, der ralkermes dieselbe Verbindung im amorphen Zustande war bereits bekannt, dafs Mineralkermes, bis zum Sch erhitzt, ohne alle Gewichtsänderung beim Erkalten zu g Schwefelantimon krystallisirt. Wenn man umgekehrt g Schwefelantimon schmelzt und dann in kaltes Wasser g so erhält man nach Fuchs eine glänzende dunkle von muschligem Bruche und von 4,15 specifischem Gew während das des grauen Schwefelantimons 4,6 beträgt, ein dem Kermes ähnliches, nur etwas dunkleres rothbr Pulver liefert, während das des grauen Schwefelantimons ist. Die rasche Abkühlung der geschmolzenen Verbin hinderte also die krystallinische Zusammenfügung, und Körper bleibt gröfstentheils amorph. Das schwarze Schwe quecksilber, welches man durch Fällung eines Quecksil oxydsalzes mittelst überschüssiger Hydrothionsäure erhält, genau dieselbe Zusammensetzung, wie der Zinnober (H und geht durch Sublimation in diesen über; umgekehrt nach Fuchs feingepulverter Zinnober, bis zum anfange

1 Poggendorff's Ann. XXXV. 481.

mpfen erhitzt und dann in kaltes Wasser getaucht, in rzes Schwefelquecksilber verwandelt. Hier ist, entgesetzt vom Schwefelantimon, das krystallinische Schwefelsilber roth und durchsichtig, das amorphe aber schwarz undurchsichtig.

Endlich scheint auf der Transformation oder dem Ueber- aus dem amorphen in den krystallinischen Zustand die würdige Erscheinung des Erglimmens vieler amorphen per beim Erhitzen zu beruhen. Werden sie fast bis zum hen erhitzt, so zeigen sie ein lebhaftes, von dem am mei- erhitzten Puncte ausgehendes und sich durch die ganze verbreitendes Erglimmen, und sie besitzen nun, wohl ihre Theile dichter krystallinisch vereinigt sind, gröſsere te und viel geringere Löslichkeit. Diese Körper sind ls solche, welche beim Erhitzen keinen Gewichtsverlust iden und ursprünglich amorphe sind, theils solche, welche dem Erglimmen Wasser, Ammoniak u. s. w. verlieren erst durch diesen Verlust eines ihrer Bestandtheile in ei- porösen, amorphen Zustand übergehn.

Zu den erstern gehört der Gadolinit (kieselsaure Ytter-de), dem gewiſs mit Unrecht eine Krystallform zugeschrieben wird, da sein muschliger Bruch und sein obsidianartiges sehn für den amorphen Zustand sprechen. Er erglimmt i mäſsigem Erhitzen sehr lebhaft und löst sich vor dem Ermen sehr leicht in Salzsäure, nach demselben selbst bei gigem Kochen nur unvollständig.

Körper, welche zwar ursprünglich krystallinisch sind, r durch den mit der Erhitzung bewirkten Verlust eines htigeren Bestandtheils amorph werden und dann, wenn Gewichtsverlust weiter statt findet, bei noch stärkerem hitzen das Erglimmen zeigen, sind folgende: Zirkonerdedrat, Titanoxydhydrat, Tantalsäurehydrat, Chromoxyduldrat, Eisenoxydhydrat, Rhodiumoxydhydrat, und das bach-arseniksaure Eisenoxyd, das antimonigsaure Kobaltyd, das antimonsaure Kobaltoxyd und das antimonsaure pferoxyd im gewässerten Zustande. Erhitzt man diese Verdungen nur so weit, bis sie alles Wasser verloren haben, zeigen sie sich fast noch so gut löslich, wie im gewässer- Zustande; ist aber vermöge stärkerer Erhitzung das Er-

glimmen eingetreten, so zeigen sie viel geringere Löslich und oft auch Farbenveränderung. Bis zum Erglimmen erh Zirkonerde löst sich in keiner Säure mehr, außer in ko dem Vitriolöl; das verglimmte Chromoxydul ist blasser als zuvor, und nur noch in kochendem Vitriolöl löslich; verglimmte Eisenoxyd gleicht an Härte und Schwerlöslic dem gepulverten Eisenglanz, welcher krystallisirtes Eisen ist; während die genannten antimonig- und antimons Salze vor dem Erglimmen sehr leicht durch Salzsäure zers werden, so widerstehn sie nach dem Erglimmen ihrer W kung fast vollständig, so wie sie auch viel blasser gefärbt als zuvor. Nachdem das gewässerte basisch-phosphor Bittererde-Ammoniak zuerst bei gelindem Erhitzen alles W ser und Ammoniak verloren hat, so zeigt es bei stärk das Erglimmen. Ebenso verhält sich das bei mäfsiger hitzung des Berlinerblaus oder des Einfachcyaneisens in Destillirapparat bleibende Kohlenstoffeisen.

Es geht hieraus hervor, dafs die Körper im amo Zustande mehr Wärme gebunden enthalten, als im kry nischen.

Wahrscheinlich ist auch der Umstand, dafs Gyps, man durch gelindes Erhitzen entwässert hat, mit Wasser härtet, nicht aber stark erhitzter, daraus zu erklären, dafs entwässerte Gyps im ersteren Fall in amorphem, im letzte in krystallinischem Zustande (als Anhydrit) zurückbleibt.

B. Abweichende Eigenschaften der Verbi dungen, die aus einer verschiedenen Zu sammenfügung der einfachen Atome z zusammengesetzten zu erklären sind.

Bei den durch Dimorphismus und Amorphismus bewirk ten Verschiedenheiten der Verbindungen wurde angenomme die zusammengesetzten Atome haben immer dieselbe Besch fenheit, und es hänge nur von der Art ab, wie sich die z sammengesetzten Atome an einander lagern, ob bald dies bald jener krystallinische, bald amorpher Zustand eintre Hiermit hängt zusammen, dafs diese durch Dimorphismus u

ismus hervorgebrachten Verschiedenheiten auch bei ein- Stoffen vorkommen können, da auch einfache Atome, den zusammengesetzten, sich auf verschiedene Weise nder lagern können, und daſs diese Verschiedenheiten n werden durch Schmelzung, Verdampfung oder Auf- des festen Körpers, wo es dann von den Umstän- hängt, in welchem Zustande er wieder feste Gestalt an-

nders verhält es sich mit den jetzt zu betrachtenden iedenheiten, bei welchen als Ursache angenommen wird, ie Art oder Zahl, nach welcher die einfachen Atome zu zusammengesetzten vereinigt sind, verschieden ist. Da- nnen sich diese Verschiedenheiten bloſs bei Verbindun- orfinden und sie können auch beim Uebergange der dungen in den flüssigen Zustand unverändert bleiben; die einmal auf diese oder jene Weise gebildeten zusam- setzten Atome können ohne Störung dieser Zusammen- g mit Wärme und wägbaren Auflösungsmitteln Verbin- n eingehn. Zwei Verbindungen, die so aus denselben n nach demselben Verhältnisse zusammengesetzt sind, daſs dabei eine verschiedene Gruppirung der einfachen e zu zusammengesetzten statt findet, haben nicht bloſs hiedene physikalische Eigenschaften, sondern zeigen auch hiedene chemische Verhältnisse. Die Auseinandersetzung n dieser Lehre, deren Aufstellung wir Berzelius ver- n, gehörigen Fälle wird dieses deutlicher machen.

a) Isomerie.

Wenn von zwei oder mehreren Verbindungen angenom- werden muſs, daſs sie in ihren zusammengesetzten Ato- dieselben Elemente nach derselben Atomzahl enthalten, ſs das zusammengesetzte Atom der einen Verbindung so wiegt, wie das des andern, und die Verbindungen den- verschiedene physikalische und chemische Verhältnisse n, so heiſsen sie isomer (von ἴσος gleich und μέρος Theil). ird vermuthet, daſs die einfachen Atome, welche ein zu- engesetztes bilden, auf verschiedene Weise an einander rt sind. Viele der früher hierher gerechneten Verbin- n sind in neuester Zeit als polymer erkannt worden. Bei

entsteht immer diejenige Form der Säure, welche für die tigung der vorhandenen Basis die angemessenste ist. Fol Beispiele werden dieses erläutern.

Beim raschen Verbrennen des Phosphors entsteht, hier eine Salzbasis fehlt, Metaphosphorsäure. Diese so als die Pyrophosphorsäure, in Wasser gelöst, verwandeln in der Kälte sehr langsam, beim Kochen schneller in gew liche Säure, wegen Einwirkung des überschüssigen, als wirkenden Wassers. Eine solche Auflösung, unter 150° gedampft, verliert so lange Wasser, bis auf PO^5 nur Atome Wasser übrig sind, welche die Stelle von 3 At Basis vertreten. Dieses Hydrat verliert aber bei 237° i mehr von dem basischen Wasser und hiermit mischt dem Hydrat der gewöhnlichen Säure immer mehr Hydr Pyrophosphorsäure bei ($PO^5 + 2HO$ oder P^2O^{10} + 4 und bei noch stärkerem Erhitzen, wodurch ⅔ des Wa verdampft werden, bleibt bloſs Hydrat der Metaphosph ($PO^5 + HO$ oder $P^3O^{15} + 3HO$), welches denn bei kerem Erhitzen als Ganzes verdampft. Wird irgend ei drei Formen der Phosphorsäure mit Natron geglüht im Verhältnisse von PO^5 zu $3NaO$ oder mehr, so entsteht Verbindung der gewöhnlichen Phosphorsäure mit Natron; gegen bildet sich bei dem Verhältnisse von PO^5 zu $2NaO$ (von P^2O^{10} zu $4NaO$) pyrophosphorsaures und bei dem V hältnisse von PO^5 zu NaO (oder von P^3O^{15} zu 3 Na metaphosphorsaures Natron. Eine kurze Beschreibung wichtigsten Natronsalze wird diese merkwürdigen Verhält noch weiter erläutern.

Natronsalze der gewöhnlichen Phosphorsäure:

a) Sogenanntes *basisch-phosphorsaures Natron* (3 N + PO^5 + 24 HO) krystallisirt aus einer mit Natron vers ten Lösung des folgenden Salzes b, bleibt beim Glühen verändert.

b) Sogenanntes *neutrales phosphorsaures* Natron (3 N + HO [basisches Wasser] + PO^5 + 24 HO). Die K stalle verlieren unter 100° die 24 Atome Krystallwasser, erst in der Glühhitze das 1 Atom basisches Wasser, wel neben den 2 Atomen Natron die 3 Atome Basis ausmacht, ren die gewöhnliche Phosphorsäure zu ihrem Bestehn be Durch dieses Glühen geht das Salz in neutrales pyrop

es Natron über, weil nach der Verjagung des 1 Atoms
Wassers blofs 2 Atome Basis übrig bleiben.

Saures, phosphorsaures Natron ($NaO + 2HO$ es Wasser] $+ PO^5 + 2HO$ [Krystallwasser]). Die verlieren unter 100° die Hälfte ihres Wassers, näm- 2 Atome Krystallwasser; die 2 Atome basisches Wasser, eben dem 1 Atom Natron die 3 Atome Basis bilden, deren hnliche Phosphorsäure bedarf, werden erst in der Glüh- sgetrieben, und die geschmolzene Masse ist meta- rsaures Natron, weil auf PO^5 nur 1 Atom (oder auf ur 3 Atome) Basis bleibt. Wird jedoch das Salz nur 90° erhitzt, so entweicht nur 1 Atom basisches Was- es bleibt das pyrophosphorsaure Salz e.

ie drei Natronsalze der gewöhnlichen Phosphorsäure it salpetersaurem Silberoxyd einen gelben Niederschlag $+ PO^5$) und bei Anwendung der Salze b und c hält ber stehende Flüssigkeit freie Salpetersäure.

onsalze der Pyrophosphorsäure:

Neutrales. Durch Glühen des Salzes b, Auflösen und siren. Die Krystalle halten: $2NaO + PO^5 + 10HO$ $NaO + P^2O^{10} + 20HO$). Sämmtliches Wasser t, da es blofs Krystallwasser ist, bei mäfsiger Wärme t das trockne Salz in übrigens unverändertem Zu- Seine wässerige Auflösung wird nicht durch Kochen verändert; wird sie dagegen mit Salpetersäure oder dern stärkern Säure gekocht, wodurch die Pyrophos- e in Freiheit gesetzt wird, so geht sie in gewöhnli- und liefert bei nachherigem Neutralisiren mit Natron stallisiren das Salz b.

Saures ($NaO + HO + PO^5$ oder $2NaO + 2HO$) bleibt zurück, wenn man das Salz e einige Zeit ei- e zwischen 190 und 205° aussetzt, wobei es von sei- tomen basischen Wassers nur 1 Atom verliert. Nicht irbar. Geht beim Glühen, wodurch das letzte Atom ausgetrieben wird, in das metaphosphorsaure Salz f

se zwei pyrophosphorsauren Salze geben mit salpeter- Silberoxyd einen weifsen Niederschlag, welcher ent- $AgO + PO^5$ (oder $4AgO + P^2O^{10}$).

Die Metaphosphorsäure bildet mit Natron blofs:

f) *Neutrales Salz* ($NaO + PO^5$ oder $3 NaO +$ P Entsteht beim Glühen von c oder e als ein sehr zerflie Glas; die Auflösung liefert keine Krystalle und reagi wenig sauer; wird sie einige Tage lang bis 205° erhitz bei 1 Atom Wasser zurückgehalten wird und als ba Wasser in die Verbindung tritt, so bleibt das Salz e. liefert die Lösung mit überschüssigem Natron abgedampf haltendes Kochen unter Ersetzung des Wassers bewirkt nicht) in das Salz a über. Das Salz f giebt mit salpet rem Silberoxyd einen weifsen gallertartigen Nieder ($AgO + PO^5$ oder $3 AgO + P^3O^{15}$).

In folgender Tabelle ist eine Uebersicht dieser Ve dungen der drei Phosphorsäuren in Formeln gegeben; 1 Wasser vertritt darin immer 1 Atom einer wirklichen Sa sis. Bei der isomeren Ansicht sind alle drei Säuren bei der polymeren sind sie PO^5, P^2O^{10} und P^3O^{15}.

		Isomere Ansicht			Polymere Ansicht		
Gewöhnliche Säure	Hydrat		3HO	$+PO^5$		3 HO	+
	Salz c)	NaO	+2HO	$+PO^5$	NaO	+2 HO	+
	Salz b)	2NaO	+ HO	$+PO^5$	2NaO	+ HO	+
	Salz a)	3NaO		$+PO^5$	3NaO		+
Pyrophosphorsäure	Hydrat		2HO	$+PO^5$		4HO	+
	Salz e)	NaO	+ HO	$+PO^5$	2NaO	2HO	+
	Salz d)	2NaO		$+PO^5$	4NaO		
Metaphosphorsäure	Hydrat		HO	$+PO^5$		3HO	+
	Salz f)	NaO		$+PO^5$	3NaO		+

Die isomere Ansicht giebt einfachere Formeln, die mere läfst deutlicher den Grund einsehn, warum die ein mehr Basis sättigt, als die andere. Wollte man, u Erklärung durch Isomerie und Polymerie zu beseitigen, die gewöhnliche Phosphorsäure sey eine solche, welche 3 Wasser innig gebunden enthält und daher, mit einer Salzbasis zusammengebracht, an die Stelle des basischen sers ebenso viele Atome der stärkern Salzbase eintauscht, d phosphorsäure aber sey eine solche, welche nur 2 Atome,

phosphorsäure eine solche, welche nur 1 Atom Wasser in... bunden enthält und daher an dessen Stelle nur 2 oder 1 Atom ... Salzbasis bindet, so bleibt unerklärt, warum die bei... ...tern Säuren, mit mehr Wasser zusammengebracht, ...ugleich 3 Atome im Ganzen binden und zu gewöhnli... ...phosphorsäure werden; warum namentlich die durch Ver... ...des Phosphors entstandene Metaphosphorsäure, in noch ... Wasser gelöst, ihre Eigenthümlichkeit behält und sie ...ch längere Einwirkung des Wassers in der Kälte oder ... kürzere beim Kochen verliert; warum ferner die Pyro...phorsäure, mit noch so viel Natron bei gewöhnlicher ...ratur zusammengebracht, nur 2 und die Metaphosphor... nur 1 Atom aufnimmt, außer bei Anwendung einer der ...ze nahen Temperatur, welche in Verbindung mit der ...it des Natrons eine Aenderung in der Constitution dieser ... hervorbringt. Man ist daher genöthigt, entweder nach ...meren Ansicht eine verschiedene Aneinanderlegung der... Zahl von Phosphor- und Sauerstoffatomen anzuneh..., oder nach der polymeren eine verschiedene Zahl der ... im zusammengesetzten Atom bei unverändert gleichem ...hältnisse.

Aehnliche Verhältnisse, wie bei der Phosphorsäure, kom... nach den Untersuchungen von Berzelius auch bei der ...igen (T e O) und Tellursäure ($Te^2 O^3$) vor.

Bei der tellurigen Säure sind zwei Modificationen zu un...scheiden, von denen die eine, A, der gewöhnlichen, die ..., B, mehr der Pyro- oder Metaphosphorsäure entspre... möchte. Schmelzt man tellurige Säure mit Kali zusam..., löst die Masse in Wasser, versetzt sie kalt mit Salpe...säure und wäscht die gefällte tellurige Säure mit kaltem ...er aus, so erhält man das Hydrat der löslichern Modi...tion A in weißen Flocken, von metallischem Geschmack, ...mus röthend, etwas in Wasser, leicht in Salpetersäure ... wässerigem kohlensauren Kali löslich. Wird dagegen die ... Salpetersäure gefällte Lösung nur bis zu 40° erwärmt, ...llt der flockige Niederschlag zu dichten wasserfreien Kör... der unlöslichen Modification B zusammen, und auch ... wässerige Lösung der Säure A setzt beim Abdampfen die ... B ab; desgleichen die Auflösung der Säure A in Sal...säure ohne Abdampfen, besonders wenn sie warm und

rt ist. Die unlösliche Säure B zeigt sehr ge
ack, röthet sehr schwach Lackmus, löst sich ni
:, wässerigen Säuren und Ammoniak, und nur be
em Kochen in wässerigem kohlensauren Kali; beim Sc
kohlensaurem Kali geht sie wieder in die Sä

Die löslichere Tellursäure A läfst sich erhalten durch
setzung des tellursauren Baryts mit verdünnter Schwefel
Filtriren und Abdampfen, wo sie in wasserhaltigen Kry
anschiefst. Diese Krystalle ($Te^2 O^3 + 3 HO$) verlier
160° 2 Atome Wasser ohne Veränderung der Säure; wir
auch das letzte Atom Wasser ausgetrieben, was noch
der Glühhitze erfolgt, so ist die Säure in die unlöslich
dification B übergeführt. Die Säure A schmeckt metallisch
thet Lackmus und löst sich leicht in Wasser und wäss
Alkalien. Die Säure B löst sich selbst beim Kochen ni
Wasser, Salpetersäure und wässerigem Kali, aufser wen
teres sehr concentrirt ist, welches sie, in die Säure A
wandelt, auflöst. Die Verbindungen des Kali's oder N
mit 2 oder 4 Atomen Tellursäure A, fast bis zum Glüh
hitzt, verwandeln sich in Verbindungen der Modification
gehn dadurch aus dem löslichen in den unlöslichen Zustand

Erklärt man diese verschiedenen Zustände aus der
merie, so hat man vielleicht anzunehmen, die tellurige
A sey $Te O$, die tellurige Säure B sey $Te^2 O^2$, die T
säure A sey $Te^2 O^3$ und die Tellursäure B sey $Te^4 O^6$

Es fragt sich, ob die antimonigsauren und antimon
Salze, welche in der Hitze verglimmen und dadurch f
angreifbar durch Säuren werden (s. o.), nicht ebenfall
bei aus dem einen polymeren Zustande in den andern
gehn.

Fällt man salzsaures Zinnoxyd durch Ammoniak,
hält man nach Berzelius ein anderes Zinnoxydhydr
wenn man Zinn durch Salpetersäure oxydirt. Erstere
gewöhnliche, löst sich mit Leichtigkeit in concentrirter
säure, letzteres, das *anomale*, löst sich nicht darin,
aber einen kleinen Theil derselben in sich und lö
dann nach Abgiefsen der übrigen Salzsäure in gröfsere
von Wasser vollständig auf; die so erhaltene Auflösu
rinnt, selbst bei grofser Verdünnung, wenn man sie

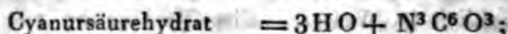
ebt auch mit concentrirter Salzsäure einen Niederschlag, h in reinem Wasser wieder löst. Alle diese Verhält-kommen bei gewöhnlichem Zinnoxyd nicht vor. De-man das anomale Hydrat mit Salzsäure, so geht eine dung derselben mit gewöhnlichem Zinnoxyd über; auch Schmelzen des anomalen Hydrats mit Kalihydrat erhält ine in Salzsäure lösliche Verbindung von Kali mit ge-lichem Oxyd. Umgekehrt setzt die Lösung des gewöhn-Oxyds in Salzsäure beim Erhitzen mit Salpetersäure ano-Hydrat ab. Diese Verschiedenheit läſst sich nicht aus nahme erklären, das gewöhnliche Hydrat sey amorph, omale krystallinisch, daher minder löslich; denn letz-ist nicht krystallinisch und, einmal gelöst, müſste es leich dem gewöhnlichen verhalten. Wir haben es also hier entweder mit zwei isomeren Verbindungen zu thun, ide SnO^2 wären, oder mit zwei polymeren, nämlich und Sn^2O^4.

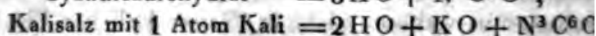
esonders viele Fälle von Polymerie zeigen sich bei den schen Verbindungen.

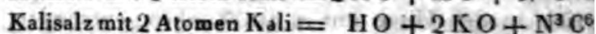
Beim Erhitzen des Cyanquecksilbers entwickelt sich das Cyan unverändert, als Cyangas; ein kleiner Theil je-bleibt, in ein braunes Pulver verwandelt, in der Retorte k. Dieses braune Pulver, das Paracyan, hat nach JOHN-dieselbe Zusammensetzung, wie das Cyan (NC^2), und als N^3C^6 betrachtet.

Die Cyansäure, Knallsäure und Cyanursäure zeigen in n ihrer Verbindungen dieselbe Zusammensetzung, na-ich ist bei allen dreien das Silbersalz: $AgO + NC^2O$. ch zeigen diese Säuren sowohl in ihren Verbindungen, ch für sich, so weit man sie in diesem Zustande kennt, ffallendsten Verschiedenheiten. Die Cyansäure ist sehr g, riecht stechend sauer, zersetzt sich sehr leicht und ch reichlich in Wasser. Ihre Verbindung mit Silber-erscheint in weiſsen, nicht in Wasser löslichen Flocken, sich in der Hitze nur unter Zischen entzünden und mit stärkern Säuren den Geruch der Cyansäure ent-n. Die Verbindung der Knallsäure (die man nicht für ennt) mit Silberoxyd krystallisirt in weiſsen, in Was-lichen Nadeln, die in der Hitze und durch den Stoſs

mit Heftigkeit verpuffen[1] und mit Säuren keinen Geruch
Cyansäure entwickeln. Die Cyanursäure krystallisirt in
ruchlosen, nicht leicht zersetzbaren, schwierig in Wasse
lichen, wasserhaltigen Säulen und bildet mit Silberoxyd w
nicht in Wasser lösliche, beim Erhitzen nicht verpu
Flocken. Diese Verschiedenheiten lassen sich mit LIEBIG m
der Polymerie durch die Annahme erklären, dafs die Knall
zweimal und die Cyanursäure dreimal so viel Atome enthält, al
Cyansäure; mit der Zahl der Atome wächst jedoch hier das Ve
gen, die Basen zu neutralisiren, oder die Sättigungscapaci
gleichem Verhältnisse. Während 1 Atom Cyansäure (N
1 Atom Basis neutralisirt, so neutralisirt 1 Atom Knall
(N^2 C^4 O^2) 2 Atome und 1 Atom Cyanursäure (N^3C
3 Atome Basis. Daher ist die Cyansäure ein-, die K
säure zwei- und die Cyanursäure dreibasisch. Hiernac
das cyansaure Silberoxyd $AgO + NC^2O$, das knall
$2AgO + N^2C^4O^2$, das cyanursaure $3AgO + N^3C$
Die Neigung der Knallsäure, Doppelsalze zu erzeugen, h
mit ihrer zweibasischen Natur zusammen; es wird das
Atom der Basis oft durch ein anderes ersetzt; so ist das k
saure Silberoxydkali $KO + AgO + N^2C^4O^2$. Für die
sammensetzung der Cyanursäure aus einer dreifachen Ato
und für ihre dreibasische Natur sprechen ihre Verhältniss
gen Wasser und Kali, welche an die der gewöhnlichen
phorsäure gegen Wasser und Natron erinnern. Ihre au
Lösung in heifser Salzsäure erhaltenen Krystalle sind ih
drat und halten auf 1 Atom Säure ($N^3C^6O^3$) 3 Atome
ser, welches sich daraus nicht entfernen läfst und die
von 3 Atomen Salzbasis vertritt. Sie bildet mit Kali 2
welche auf 1 Atom der Säure ein oder zwei Kali halten
Salz mit 1 Atom Kali behält noch 2 Atome basisches W
das Salz mit 2 Atomen Kali noch 1 Wasser. So entsteh
gende Formeln:


Cyanursäurehydrat $= 3HO + N^3C^6O^3$;


Kalisalz mit 1 Atom Kali $= 2HO + KO + N^3C^6C$


Kalisalz mit 2 Atomen Kali $= HO + 2KO + N^3C^6$

Eine vierte hierher gehörige Verbindung ist die u
che Cyanursäure oder das Cyamelid. Es entsteht, we

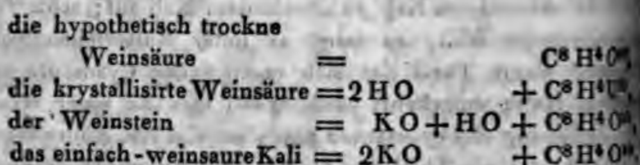
1 S. Art. *Silber*. Bd. VIII, S. 799.

ansäurehydrat ($NC^2O + HO$) sich selbst überläfst. Es e weifse, geruchlose, nicht krystallinische, in Wasser, ure und Salpetersäure selbst beim Kochen weder lösliche ersetzbare Materie, welche beim Erhitzen mit Vitriolöl dem Cyansäurehydrat in schwefelsaures Ammoniak und chende Kohlensäure zerfällt, während die lösliche Cyan- hierdurch nicht zersetzbar ist. Sie enthält die vier Ele- Stickstoff, Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff ge- demselben Verhältnisse, wie das Cyansäurehydrat und yanursäurehydrat; aber nach welcher Atomzahl und in er Art der Verbindung, ist nicht bekannt. Diese drei ndungen werden vielfach in einander umgewandelt. Das elid sowohl als die krystallisirte Cyanursäure, in einer e erhitzt, destilliren als Cyansäurehydrat über, welches einiger Zeit wieder zu Cyamelid gesteht; das Cyamelid ich in wässerigem Kali zu cyansaurem Kali auf; schmelzt cyanursaures Kali, so wird es unter Entweichen von er und einem Theil der sich erzeugenden Cyansäure zu aurem Kali; umgekehrt wird, wenn man zu einer wäs- n Auflösung des cyansauren Kali's so viel Essigsäure fügt, dadurch nur ein Theil des Kali's entzogen wird, cyanur- s Kali niedergeschlagen. Nach Liebig's Vermuthung be- die Verschiedenheit des Cyamelids von den Hydraten der säure und Cyanursäure nicht auf Polymerie, sondern auf merie (s. u.). Während nämlich diese beiden Hydrate + Sauerstoff + Wasser nach verschiedener Atomzahl lten, sieht er das Cyamelid als eine Verbindung von 2 m Kohlenoxyd mit 1 Atom eines Stickwasserstoffs an, er 1 Atom Stickstoff auf 1 Atom Wasserstoff enthält ^{2} + NH). Die Atome sind hier dieselben, wie im äurehydrat, aber zuvor zu andern näheren Verbindungen igt.

Das flüchtigere Chlorcyan ($NC^2 + Cl$) ist bei gewöhnli- Temperatur gasförmig und krystallisirt bei — 18° in n; das fixere Chlorcyan ($3\,NC^2 + 3\,Cl$) ist bei ge- licher Temperatur fest und siedet erst bei 190°; es zer- beim Kochen mit Wasser in Salzsäure und Cyanur-

ie krystallisirte Traubensäure hält $C^4H^4O^7$; bei 100° t sie 1 Atom Wasser und es bleiben also $C^4H^3O^6$;

ihre völlig getrocknete Verbindung mit Bleioxyd hält Pb
$+ C^4 H^2 O^5$; die krystallisirte Weinsäure läfst sich durch
hitzen nicht weiter entwässern; sie enthält gleich der get
neten Traubensäure $C^4 H^3 O^6$ und ihr Bleisalz ist eben
$PbO + C^4 H^2 O^5$. Also sind sich sowohl die für sich m
lichst entwässerten Säuren in ihrer Zusammensetzung gl
als auch die hypothetisch trocknen Säuren im Bleisalze. B
Säuren liefern bei der trocknen Destillation dieselben Prod
Dennoch sind ihre Eigenschaften und die ihrer Verbindun
wesentlich verschieden. LIEBIG hat gezeigt, dafs sich
Verhältnisse der Weinsäure genügender verstehn lassen, w
man ihre Atomzahl verdoppelt und sie dadurch in die R
der zweibasischen Säuren setzt, wofür ihre grofse Neig
Doppelsalze zu bilden, in welchen 2 Atome von zwei v
schiedenen Salzbasen enthalten sind, spricht. Hiernach w



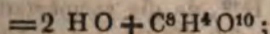
die hypothetisch trockne Weinsäure	=		$C^8 H^4 O^{10}$,
die krystallisirte Weinsäure	=	$2HO$	$+ C^8 H^4 O^{10}$,
der Weinstein	=	$KO + HO$	$+ C^8 H^4 O^{10}$,
das einfach-weinsaure Kali	=	$2KO$	$+ C^8 H^4 O^{10}$.

Vor der Hand liegt übrigens nur ein Grund vor,
Atomgewicht der Traubensäure einfach zu lassen, wenn
der Weinsäure verdoppelt wird. Denn das Verhalten
Traubensäure gegen Salzbasen ist, so weit man es kennt,
der Weinsäure ähnlich. Aber BERZELIUS bemerkte be
dafs bei der Neutralisation des doppelt-traubensauren Kali's
Natron und Abdampfen kein dem Seignettesalz ähnliches D
pelsalz erhalten werde, sondern eine verworrene Salzm
die vielleicht blofs ein Gemenge der beiden einfachen S
sey, und ich überzeugte mich in der That, dafs zuerst re
traubensaures Natron krystallisirt, dann fast reines trau
saures Kali. Dieser Umstand möchte gestatten, das Ato
wicht der Traubensäure einfach zu lassen und die Versc
denheit beider Säuren aus der Polymerie zu erklären.

Aufser diesem noch zweifelhafteren Falle von Poly
der Weinsäure mit der Traubensäure bietet die Weinsäure
einige bestimmtere Fälle von Polymerie dar. Wird näi
die krystallisirte Säure behutsam geschmolzen, so verlie
immer mehr Wasser; ist $\frac{1}{4}$ ihres basischen Wassers ausg

st sie in Tartrilsäure verwandelt, und wenn sie bei Schmelzen $\frac{1}{6}$ weiter verloren hat, in Tartrelsäure. selbe Verhalten, wie das des Hydrats der gewöhn-osphorsäure, welches beim Erhitzen unter Verlust er zuerst in das Hydrat der Pyrophosphorsäure, dann r Metaphosphorsäure umgewandelt wird. Im Ver-als die Menge des basischen Wassers abnimmt, ver-ch die einfachen Atome in der Weinsäure zu gröſsern gesetzten Atomen, die einer geringeren Menge einer r des Wassers zur Sättigung bedürfen. Dieses wird nder Uebersicht anschaulich.

irte Wein-



$= 2\,HO + C^8H^4O^{10};$

re $= 1\frac{1}{2}HO + C^8H^4O^{10} = 2HO + C^{12}H^6O^{15};$

ure $= HO + C^8H^4O^{10} = 2HO + C^{16}H^8O^{20}.$

hält 1 Atom der hypothetisch trocknen Tartrilsäure O^{15}) $1\frac{1}{2}$mal und 1 Atom der hypothetisch trocknen re ($C^{16}H^8O^{20}$) zweimal so viel Atome, als 1 Atom thetisch trocknen Weinsäure.

jen der vermutheten Isomerie oder Polymerie zwi-ronensäure und Aepfelsäure und zwischen Sumarsäure isetsäure sind noch weitere Untersuchungen abzu-

bereits im Artikel *organische Verbindungen* gezeigt o giebt es viele Verbindungen des Kohlenstoffs mit sserstoff, nach demselben Verhältnisse zusammen-nd doch von verschiedenen Eigenschaften. Im Ver-von 6 Theilen Kohlenstoff auf 1 Theil Wasserstoff d zusammengesetzt: ölerzeugendes Gas, flüchtigeres Oelgases, Steinöl, Eupion, Wachsöl, Weinöl, Wein-r, Rosencampher, Paraffin und Ceten. Vom öler-n Gas wird angenommen, es sey CH; vom flüchti-e des Oelgases, es sey C^2H^2, wofür spricht, daſs pf zweimal so schwer ist, als das ölerzeugende Gas. Ceten aus dem Aethal ($C^{32}H^{34}O^2$) durch Entziehung ser mittelst Erhitzens mit Phosphorsäure entsteht, so hrscheinlich $C^{32}H^{32}$, und da das Weinöl aus dem te ($C^4H^6O^2$) ebenfalls durch Wasserentziehung ent-ist es vielleicht C^4H^4. Bei den übrigen der ge-

nannten Verbindungen giebt es keinen Anhaltpun welchem aus die Atomzahl mit einiger Wahrscheinlic bestimmen wäre.

Es enthalten ferner 12 Theile Kohlenstoff auf 1 stoff (C^2H): der Oelgascampher und das Benzin. Bildung des letztern durch Erhitzen von Benzoesäure (C^{14} mit Kalk, welcher 2 Atome Kohlenstoff und 4 Sauer Kohlensäure bindet, läfst sich vermuthen, dafs das $C^{12}H^6$ sey. Das Verhältnifs von 30 Theilen Ko auf 4 Theile Wasserstoff (C^5H^4) findet sich beim K Citronenöl, Dadyl, Peucyl, Wachholderöl, Sadebau Schwarzpfefferöl. Das Citronenöl ist wahrscheinlich und das Dadyl $C^{20}H^{16}$, da die campherartige Verbind erstern mit Salzsäure $C^{10}H^9Cl$ und die letztere C^{20} ist. Endlich scheinen sowohl Naphthalin, als auch Pa thalin C^5H^2 zu seyn.

Der Methylenäther ist C^2H^3O; der Weingeist C^4 Mit dieser doppelten Atomzahl im Weingeist hängt zusammen, dafs er eine tropfbare Flüssigkeit darstellt, rend der Methylenäther gasförmig ist; doch haben We dampf und Methylenäther dasselbe specifische Gewicht, ersterer ein einatomiges, letzterer ein zweiatomiges Gas

Auch bei den verschiedenen Arten des Zuckers, G und Stärkmehls scheinen Isomerien oder Polymerien vor men und auch das Gerinnen des Eiweifsstoffes in de ist vielleicht von einer solchen Ursache abzuleiten.

c) Metamerie.

Hierunter versteht Berzelius den Fall, wo die mengesetzten Atome von zwei Verbindungen zwar im dieselben Elementaratome nach derselben Zahl enthalt doch aus verschiedenen näheren Bestandtheilen zusam setzt sind. Die metameren Verbindungen sind daher Verbindungen einer höheren Ordnung, ihre zusamme ten Atome sind aus den zusammengesetzten Atomen der Bestandtheile gebildet, und diese letzteren sind in den metameren Verbindungen verschieden. Um durch ein ches Beispiel dieses Verhältnifs deutlicher zu machen, s die Verbindung von 1 Atom Zinnoxydul mit 1 Atom

(SnO + OOOS) dieselben Elemente nach derselben
hl enthalten, wie eine Verbindung (wenn sie möglich
von 1 Atom Zinnoxyd mit 1 Atom schwefliger Säure
O + OOS). Die wenigen hierher gehörigen Fälle kom-
ei den organischen Verbindungen vor.

r Eisessig ist hypothetisch trockne Essigsäure ($C^4 H^3 O^3$)
sser (HO), zusammen $C^4 H^4 O^4$; der ameisensäure Me-
äther ist Ameisensäure ($C^2 H O^3$) + Methylenäther
O), zusammen $C^4 H^4 O^4$.

Die Ameisennaphtha ist Ameisensäure ($C^2 H O^3$) + Aether
O), zusammen $C^6 H^6 O^4$; der essigsaure Methylenäther
igsäure ($C^4 H^3 O^3$) + Methylenäther ($C^2 H^3 O$), zusam-
$H^6 O^4$. Specifisches Gewicht der tropfbar-flüssigen Amei-
phtha 0,916, des essigsauren Methylenäthers 0,919. Sie-
ct der ersteren 56°, des letzteren 58°; das specifische
cht des Dampfes ist bei beiden gleich, nämlich ungefähr
. Dieser Uebereinstimmung in Zusammensetzung und
ren Eigenschaften ungeachtet sind diese beiden Verbin-
n verschieden; bei der Behandlung mit Kali zerfällt die
naphtha in ameisensaures Kali und Weingeist, der es-
Methylenäther in essigsaures Kali und Holzgeist.

Beim Einwirken der Schwefelsäure auf Weingeist können
, je nach den Umständen, drei verschiedene Säuren bil-
, die Weinschwefelsäure, die Aethionsäure und die Is-
säure. Alle drei scheinen zu enthalten $C^4 H^5 O^7 S^2$ und
Verschiedenheit scheint auf Metamerie zu beruhen. Die
schwefelsäure wird betrachtet als eine Verbindung von 2
en Schwefelsäure und 1 Atom Aether ($C^4 H^5 O + O^6 S^2$);
thionsäure scheint zu enthalten 1 Atom Unterschwefel-
mit 1 Atom Aetheroxyd oder, wenn man den Ae-
als Aethyloxyd betrachtet, mit 1 Atom Aethylbioxyd
$H^5 O^2 + O^5 S^2$). Es sind hierüber weitere Untersuchun-
abzuwarten.

Das Aldehyd ist $C^4 H^4 O^2$ und sein Dampf wiegt 1,5317;
Essignaphtha, welche aus Essigsäure ($C^4 H^3 O^3$) und Ae-
($C^4 H^5 O$) besteht, ist $C^8 H^8 O^8$ und ihr Dampf wiegt
06, also das Doppelte.

Endlich ist noch folgender eigenthümlicher Fall ins Gebiet
Metamerie zu rechnen. Mischt man in der Kälte Cyan-

säure mit wässerigem Ammoniak, so enthält die Flüssi cyansaures Ammoniak, was sich dadurch beweisen läfst, sie mit stärkern Säuren Cyansäure und mit fixen Alkalien moniak entwickelt. Aber Erwärmung und selbst frei Verdunsten ist schon hinreichend, dieses Salz in Ha umzuwandeln, welcher jene Erscheinungen mit Säuren Alkalien nicht mehr hervorbringt. Der Harnstoff ist $N^2 C^2 H$ dieselben Atome würden 1 Atom cyansaures Ammoniak Atom Krystallwasser enthalten, nämlich $NC^2O + NH^3 +$ Es ist also durch eine andere Zusammenfügung der Ele taratome das gewässerte cyansaure Ammoniak in Harnstoff gewandelt.

IV. Aufhebung chemischer Verbindung

Eine jede chemische Verbindung läfst sich, so wei Erfahrung reicht, wieder aufheben. Welche Stoffe man mit einander verbinden möge, so ist man im Stande, s der zu trennen und für sich darzustellen. Möglich bl jedoch, dafs Verbindungen existiren, die wegen zu g Innigkeit den bisherigen Trennungsversuchen widerstanden, dafs mehrere bis jetzt unzerlegte Stoffe solche innige Ve dungen sind.

Die Aufhebung einer chemischen Verbindung ist die *setzung*, *Decomposition;* die Verbindung wird *zersetzt*, *componirt;* die sich hierbei von der ursprünglichen Ve dung heterogen darstellenden Stoffe kann man als die *setzungstheile* bezeichnen. Diese Zersetzungstheile sind weder *Zersetzungseducte* oder *Zersetzungsproducte*. Edu heifsen sie, wenn sie bereits vor der Zersetzung in der V bindung enthalten waren und einen Bestandtheil dersel ausmachten; Producte sind während der Zersetzung neu standene Verbindungen. So ist die Kohlensäure, welche beim Einwirken der Salzsäure auf kohlensauren Kalk entwic ein Educt, dagegen diejenige, welche beim Erhitzen von K mit Quecksilberoxyd entsteht, ein Product. Ein Zersetzu product ist daher immer ein zusammengesetzter Stoff; ein E kann einfach oder zusammengesetzt seyn; letzteres nament wenn die sich zersetzende Verbindung nähere und entfern Bestandtheile enthält, wie der kohlensaure Kalk.

nach der Art der Zersetzung erhält man entweder blofs (Wasser durch den elektrischen Strom zersetzt) oder Producte (Wasser durch Phosphorkalium zersetzt) oder zugleich (Wasser durch Kalium zersetzt).

Bedingungen der chemischen Zersetzung.

Soll die Zersetzung einer Verbindung eintreten, so müs-len Kräften, welche ihre Bestandtheile zusammenhalten, wiegende Kräfte entgegenwirken. Die meisten Zersetzun-werden durch einwirkende stärkere Affinitäten hervorge-t, wovon unten ausführlicher; doch auch einige andere kräfte vermögen mitunter Zersetzungen zu bewirken, und über ist Folgendes zu bemerken.

a) Durch den *Druck* läfst sich keine chemische Verbin-g wägbarer Stoffe trennen. Aus dem Schwamm läfst sich Wasser auspressen, ein Beweis, dafs der Druck eine durch häsion hervorgebrachte Verbindung aufzuheben vermag, aber stärkste Druck treibt aus Gyps und andern Salzen, die stallwasser enthalten, wofern hierbei nicht eine zur Schmel-g des Salzes hinreichende Temperaturerhöhung eintritt, kein sser aus. Man führte zwar als einen Beweis der Zersetzung einer mischen Verbindung durch den Druck das Beispiel vom Blei-gam und andern Amalgamen an, aus welchen sich durch star-n Druck laufendes Quecksilber auspressen lasse; doch beruht was auf einem Irrthume. Wenn man Blei, Silber u. s. w. mit rschüssigem Quecksilber vereinigt, so bildet sich eine proportio-le Verbindung, welche fest ist und körnig krystallisirt, und überschüssige Quecksilber, worin ein kleiner Theil der festen bindung gelöst enthalten ist, bleibt flüssig. Diese flüssige ung des Amalgams in überflüssigem Quecksilber läfst sich gen grofser Adhäsion nicht so vollständig von dem körni-Amalgam trennen, dafs nicht bei stärkerem Pressen noch Theil abfliefsen sollte. Ist die feste Verbindung nach dem tigen Verhältnisse dargestellt, so dafs kein Quecksilber rschüssig bleibt, so läfst sich auch kein Quecksilber aus-sen. Nur bei den Verbindungen wägbarer Stoffe mit un-baren, wie mit der Wärme, ist Zersetzung durch den ck möglich; so zerfallen elastische Flüssigkeiten durch den ck in tropfbare Flüssigkeiten und freiwerdende Wärme.

.ehr aufzulösen, oder ihre Affinität zu demselben, de nicht bedeutender, als das Bestreben der T .tarren Körpers, vereinigt zu bleiben, oder ihre Coh mit hört die weitere Auflösung auf. Da jedoch nperaturerhöhung die Cohäsion der starren Körper ver zu werden pflegt, so tritt beim Erwärmen bis zu e gewissen Puncte meistens eine neue Auflösung ein, bi dieser weitern Sättigung der Flüssigkeit ihre Affinität starren Körper so weit verringert ist, dafs ihr die, wie durch die Erwärmung geschwächte, Cohäsion desselben w das Gleichgewicht zu halten vermag. Wird nun eine in der Wärme gesättigte Lösung wieder auf ihren vo Punct abgekühlt, womit auch wieder die Cohäsion des st Körpers ihre frühere Stärke und das Uebergewicht über Affinität erlangt, so scheidet sich ein Theil des starren pers aus der Flüssigkeit ab und vereinigt sich zu gröf meist krystallinischen Massen, und es bleibt nur so viel starren Körper gelöst, als die Flüssigkeit bei dieser nied Temperatur unmittelbar von ihm aufgenommen haben w Diese Abscheidung heifst die *freiwillige* oder *falsche Ni schlagung* (*Praecipitatio spontanea*), sofern sie erfolgt, dafs ein wägbarer Körper zur Flüssigkeit gefügt wird.

Diese freiwillige Niederschlagung durch Abkühlung sich bei den Auflösungen der meisten Salze in Wasser und W geist, verschiedener Campher- und Fettarten in Weingeist un ther und in sehr vielen andern Fällen. Halten wässerige L gen das Wasser im Ueberschufs, so setzen sie unter 0° häufig Theil desselben als Eis ab, während eine concentrirtere L flüssig bleibt; denn bei einer Temperatur unter 0° über auch die Cohäsion des Eises über seine Affinität zum Salz, während eine gesättigte Salzlösung in der Kälte Salz a so scheidet sich aus der verdünnten Eis aus. Ein ähn Verhältnifs zeigt das Wasser gegen die Essigsäure. Die centrirteste Essigsäure, die man darzustellen vermag, de essig, gefriert schon bei + 15°; wird er mit $\frac{1}{9}$ Wasse mischt, so gefriert bei stärkerer Kälte Eisessig herau es bleibt eine Verbindung von Eisessig mit wenig ser flüssig; bei mehr Wasser gefriert nichts heraus; bei mehr Wasser gefriert dieses heraus, während eine conce tere Essigsäure flüssig bleibt. Wird der mit $\frac{1}{9}$ Wasser gem

, statt der Abkühlung, bei + 15° einem Druck von
mosphären ausgesetzt, so krystallisiren nach Perkins[1]
r $\frac{7}{8}$ des Gemisches in einigen Minuten zu Eisessig,
d eine schwächere Essigsäure flüssig bleibt. Es scheint
h, dafs ein stärkerer Druck, gleich einer stärkern Kälte,
häsion vermehrt.

zeigen sich jedoch bei der freiwilligen Niederschla-
lgende Anomalieen. Einige starre Körper, wie Kalk
tronsaurer Kalk, sind, wie oben bemerkt, in kaltem
r reichlicher löslich, als in heifsem. Eine in der Kälte
gte Lösung derselben trübt sich daher umgekehrt beim
n und klärt sich wieder beim Erkalten. Hiermit hängt
heinlich folgende auffallende Erscheinung zusammen:
iges Kali löst in der Kälte sehr viel einfach-weinsauren
lf; so oft man die klare Flüssigkeit erhitzt, so gesteht
ch Ausscheidung von weinsaurem Kalk zu einer wei-
kleisterartigen Masse, die aber in der Kälte nach eini-
it wieder klar und flüssig wird. Der sich in der Hitze
nde Niederschlag ist nach Osann drittel-weinsaurer Kalk,
r vermuthet, dafs bei jedesmaligem Erhitzen das Kali
einfach-weinsauren Kalk $\frac{2}{3}$ der Weinsäure entziehe und
sische Salz fälle, welches dann in der Kälte wieder die
ne Säure aufnehme und dadurch löslich werde. Das
salz zeigt ein doppeltes Verhalten. Es löst sich um so
iher im Wasser, je mehr dieses erwärmt wird, wenn
nicht die Temperatur über 33° hinausgeht, weil sonst die
lichkeit wieder abnimmt; bei 33° mit Glaubersalz gesät-
Wasser giebt daher sowohl beim Erkälten Krystalle,
zwar von gewässertem Salz, als bei stärkerem Erhitzen,
ch wasserfreies Salz ausscheidet.

hnliche Anomalieen zeigen das Coniin und Animin, nur
wir es hier blofs mit tropfbaren Flüssigkeiten zu thun
Coniin, bei gewöhnlicher Temperatur mit Wasser
ittelt, nimmt eine kleine Menge auf; die klare Flüssig-
rübt sich bei jedesmaligem noch so gelinden Erwärmen
Ausscheidung von Wasser und klärt sich wieder beim
ten. Das Animin löst sich in 20 Theilen kalten Wassers;

---

[1] Schweigger's Journ. Th. XXXIX. S. 361.

die Auflösung trübt sich bei jedesmaligem Erhitzen
Ausscheidung von Animin, was sich beim Erkalten wied

d) Einige Erfahrungen scheinen zu beweisen, da
die *Adhäsion* im Stande ist, lose chemische Verbin
aufzuheben. WAGENMANN[1] fand, dafs, wenn man d
nen Quarzsand Essig filtrirt, die zuerst durchgehende Fl
fast aller Säure beraubt ist und erst, nachdem sich d
hinlänglich mit Essigsäure beladen hat, der Essig un
hindurchgeht. Mit Wasser verdünnter Kartoffel
durch Quarzsand filtrirt, liefert zuerst reines Wa
Wasser mit Weingeist, seines Fuselöls beraubt, dann
veränderte Gemisch. Auch Holzspäne entziehen de
anfangs fast alle Säure, und noch stärker wirkt die H
bei diesen beiden Stoffen möchte jedoch eine Affinität
sigsäure die Ursache seyn.

Vielleicht gehört hierher auch die merkwürdige
von SÖMMERRING[2], dafs ein Gemisch von Wasser
geist, in eine Thierblase eingeschlossen und der wa
ausgesetzt, fast blofs Wasser verdunsten läfst, so da
absoluter Weingeist zurückbleibt. Eine Thierblase,
geist in Berührung, wird trocken und spröde; dag
weicht sie sich in Wasser und schwillt durch Aufnah
selben auf. Steht daher ihre innere Wandung mit ei
misch aus Weingeist und Wasser in Berührung, so n
vorzugsweise letzteres auf und läfst es bis zur äufser
dung hindurch dringen, wo es dann unter Mitwirk
warmen Luft verdunstet und das Nachdringen frische
sertheile möglich macht. Ist dieses Erweichen der thi
Blase durch Wasser eine Affinitätsäufserung und d
weichte Blase als eine Art Hydrat zu betrachten, so
dieser Fall nicht hierher; ist aber diese Erweichung
eine Folge der Haarröhrchenanziehung, was wahrs
cher seyn möchte, dann wird durch die Adhäsion der
zum Wasser die lose chemische Verbindung zwischen W
und Weingeist aufgehoben.

e) Eine noch zweifelhafte Zersetzungsweise ist die

---

1 Poggendorff's Ann. XXIV. 620.

2 Münchener Denkschriften. J. 1811, 1814, 1820, 1824.

actwirkung oder durch die *katalytische Kraft.* Hierunter ehn MITSCHERLICH[1] und BERZELIUS[2] die Erscheinung, ein mit einer Verbindung in Berührung gebrachter fester tropfbarer Körper eine Zersetzung desselben veranlaſst, hierbei irgend eine chemische oder mechanische Aende- zu erleiden, oder wenigstens, wenn eine chemische rung desselben eintritt, ohne doch etwas von den Be- theilen der durch ihn zersetzten Verbindung aufzuneh- Der katalytische Körper bewirkt durch seine bloſse Ge- wart, nicht durch seine Affinität, daſs sich in der davon ffenen Verbindung durch Einwirkung der schlummernden itäten die Elemente nach andern Verhältnissen, nach wel- eine gröſsere elektrochemische Neutralisirung erfolgt, ver- n. Diese katalytische Kraft betrachtet BERZELIUS als eigenthümliche *elektrochemische* Aeuſserungsweise. Hier- gehört besonders Folgendes.

Das Wasser läſst sich, wiewohl nur sehr schwierig, durch ntion (III. 1. I) mit 1 Atom Sauerstoff weiter vereini- und bildet so das Wasserstoffhyperoxyd (HO^2). Die- zweite Atom Sauerstoff ist nur höchst lose gebunden und t schon bei gewöhnlicher Temperatur von selbst un- r langsamem Blasenwerfen, was bei 20° schon bedeu- st und bei stärkerer Erwärmung in eine lebhafte Gas- ckelung übergeht, welche sich, da diese Zersetzung von meentwickelung begleitet ist, immer mehr und endlich bis zur schwachen Explosion steigert. Es giebt nun viele , welche, wenn sie in vertheilter Gestalt bei gewöhnli- Temperatur in das Wasserstoffhyperoxyd gebracht wer- , eine heftige Gasentwickelung veranlassen, ohne hierbei ringste Veränderung zu erleiden. Besonders heftig wir- Kohle, Braunstein, Gold, Platin, Palladium, Rhodium, n und Osmium in Gestalt von Pulver oder Feile; we- r heftige Gasentwickelung veranlassen Quecksilber, Blei, fer, Nickel, Kobalt, Kadmium, Kalihydrat, Bittererde- t, Eisenoxyd, Kupferoxyd, Zinkoxyd u. s. w. Bei den den des Platins, Goldes, Silbers und Quecksilbers kommt der merkwürdige Umstand vor, daſs diese, weit entfernt,

1 Poggendorff's Ann. XXXI. 287.
2 Jahresbericht Th. XV. S. 237.

stoff des Pflanzensaftes zu mannigfachen organischen Ve
dungen vereinigt.

Die meisten und wichtigsten Zersetzungen chemische
bindungen werden jedoch dadurch hervorgebracht, daſs
nen andere Stoffe treten, deren *überwiegende Affinität*
Aufhebung der alten Verbindungen neue erzeugt. Soll
Wirkung erfolgen, so sind dieselben Bedingungen zu e
wie sie zur Einleitung einer chemischen Verbindung
haupt (III. 1.) als nöthig angegeben worden sind,
unmittelbare Berührung, Ueberwiegen der für die neuen
bindungen wirkenden Kräfte über diejenigen, welche
ten zusammenhalten, und meistens auch flüssiger Zust
nigstens des einen Stoffes, daher auch hier häufig Sch
oder Dampfbildung durch höhere Temperatur vorausge
und *eine Zersetzung auf nassem Wege* und eine
nem Wege unterschieden wird. Doch auch hier kom
nahmen vor. So zersetzt der Kalk das salzsaure A
bei trocknem Zusammenreiben in gewöhnlicher T
und das Kochsalz das schwefelsaure Quecksilberoxyd
Hitze, die zur Schmelzung nicht hinreichend ist.
setzt sich der Borax beim Zusammenreiben mit
rem Bleioxyd und Silberoxyd, so wie mit schw
rem Zinkoxyd und Kupferoxyd, indem hier durch Fr
den des Krystallwassers des Boraxes eine feuchte
entsteht.

So wie ferner nach Obigem die einfache Bild
Verbindungen oft eine höhere Temperatur erheischt, al
welche der flüssige Zustand der zu verbindenden Sto
wirkt wird, so ist es auch bei diesen Zersetzungen d
So zersetzt erst in der Glühhitze das Sauerstoffgas das
moniakgas in Wasser und Stickgas und die Kohle den
serdampf in Kohlenoxydgas und Wasserstoffgas. Auc
können bisweilen Licht oder Elektricität die Wärme v
ten. Viele chemische Wirkungen des Lichts beruhen d
daſs es neue Verbindungen wägbarer Stoffe einleitet und
durch die alten zerstört. So nimmt das Chlor aus dem
ser den Wasserstoff bloſs im Licht oder auch in der
hitze auf, mehrere in Säuren gelöste Metalloxyde tret
den Wasserstoff und Kohlenstoff des Weingeistes und a
organischer Stoffe ihren Sauerstoff vorzüglich nur beim

von Licht oder einer höheren Temperatur ab und theilweise oder ganz reducirt; Zeuge, mit organischen ffen gefärbt, verschiefsen an der Luft sowohl im als auch bei einer bis zu 200° gesteigerten Tempe-

n den so höchst mannigfaltigen Zersetzungsweisen, die gröfsere Affinitäten zu der Verbindung hinzutretender bewirkt werden, sollen hier nur einige der wichtigern tet werden[1].

Die Verbindung AB zersetzt sich beim Hinzutreten in die Verbindung AC und in frei werdendes B. Dieser Sch. 1.
ird die einfache *Wahlverwandtschaft* (*Attractio electi- plex*) genannt. Als Beispiele mögen zuerst einige die- n welchen die Wärme einen der drei auf einander wir- Stoffe abgiebt. AB sey Wasser (d. h. Wärme und sey gefrornes Quecksilber; es entsteht flüssiges Queck- nd Eis. AB sey Goldoxyd (d. h. Sauerstoff + Gold), me als Glühhitze einwirkend; es entsteht Sauerstoffgas off + Wärme) und metallisches Gold. Ebenso zerfällt der ure Kalk durch Glühhitze in Kalk und kohlensaures Gas rzeugendes Gas in Kohle und in Wasserstoffgas, wel- r sich eine gröfsere Ausdehnung hat, als in der Ver- g mit Kohlenstoff. AB sey salzsaures Gas (Salzsäure me), C sey Wasser; das Wasser bildet mit der Salz- sserige Salzsäure unter Entbindung der Wärme.

lle, in welchen alle drei Stoffe wägbar sind, sind folgende. yd wird durch glühende Kohle in Kohlenoxydgas und Zink, xyd wird dadurch in kohlensaures Gas und Kupfer . Aus glühendem Kali (OK) treibt Chlorgas Sauer- aus, Chlorkalium erzeugend. Zinnober (HgS), mit glüht, giebt Schwefeleisen und Quecksilber. Aus koh- m Kalk entwickelt Salzsäure, unter Bildung von salz- Kalk, kohlensaures Gas. Salzsaures Ammoniak erzeugt k salzsauren Kalk unter Freiwerden des Ammoniaks. sserigem salpetersaurem Silberoxyd fällt Kali Silber- ter Bildung von salpetersaurem Kali. Eine Auflösung

---

[1] uf der hierzu gehörigen Tafel bezeichnen die punctirten e aufgehobenen, die ausgezogenen die neu erzeugten Ver- .

von Harz in Weingeist zerfällt durch Wasser in verdün
Weingeist und niederfallendes Harz. Umgekehrt wi
Wasser gelöstes Glaubersalz durch Weingeistzusatz fast
gefällt. Die Verbindung des Weingeistes mit übersc
gem Wasser hat nämlich kaum noch Affinität zum
und die des Wassers mit überschüssigem Weingeist kaum
zu Glaubersalz.

Bisweilen entzieht C der Verbindung A B nur einen
von A, so dafs sich eine Verbindung von B mit wenig
ausscheidet. So verwandelt glühendes Zink das kohle
Gas unter Entziehung der Hälfte seines Sauerstoffes in
Sch. 2. lenoxydgas. Das erzeugte A C kann sich dann noch mit
A B, welches einen Theil seines A verloren hat, verei
So bildet Zink mit wässeriger schwefliger Säure unters
Sch. 3. ligsaures Zinkoxyd. Oder C entzieht der Verbindung A
les A nebst einem Theile von B und scheidet nur
Theil von B aus. So bildet Schwefelsäure, mit Man
peroxyd (MnO^2) erhitzt, schwefelsaures Mang
($SO^3 + MnO$) und treibt nur die Hälfte des Sauer
Gas aus.

Sch. 4. Die Zersetzung von A B durch C in A C und B
bisweilen bei Gegenwart einer vierten Materie D, welch
erst mit A B verbunden ist und sich dann mit A C ver
Wasser (A B), mit Schwefelsäure (D) gemischt, liefert mit
Sch. 5. (C) schwefelsaures Zinkoxyd und Wasserstoffgas. Die
Bewandtnifs hat es mit allen Wasserstoffentwickelungen,
beim Auflösen eines Metalls in einer wässerigen Säure
einem Alkali erfolgen. Auch gehören hierher alle Fäll
der Metalle aus den Auflösungen ihrer Oxyde in Säuren
Alkalien durch andere Metalle; an die Stelle des Wassers
vom vorigen Falle tritt hier ein Metall. So liefert schwe
Sch. 6. saures Kupferoxyd mit Zink schwefelsaures Zinkoxyd und
pfer; ebenso salpetersaures Silberoxyd mit Kupfer salpeter
res Kupferoxyd und Silber u. s. w.

Bisweilen wird nur ein Theil der Verbindung
zersetzt und der andere Theil, der die Stelle der Mate
Sch. 7. vertritt, vereinigt sich mit dem gebildeten A C. Kalium
kohlensaurem Gase erhitzt, scheidet Kohle aus und b
Kaliumoxyd, welches die unzersetzt gebliebene Kohlen
Sch. 8. aufnimmt. Chlor vereinigt sich unter Stickgasentwick

em Wasserstoff eines Theils des Ammoniaks zu Salz-
, welche sich dann mit dem übrigen Ammoniak zu Sal-
verbindet. Sch.

Dasselbe kommt zuweilen mit der Abänderung vor, dafs 9.
zersetzt werdenden Theile von AB nur einen Theil
A entzieht. Quecksilber, mit Schwefelsäure erhitzt, liefert
felsaures Quecksilberoxyd und schweflige Säure. Silber Sch.
mit Salpetersäure salpetersaures Silberoxyd und Stick- 10.
gas. Sch.

2) Die Verbindung AB zersetzt sich mit C in zwei neue 11.
indungen, AC und BC. Beim Glühen des Quecksilber- Sch.
entsteht Quecksilberdampf (Quecksilber + Wärme) und 12.
stoffgas (Sauerstoff + Wärme). Schwefelkohlenstoff, in
stoffgas verbrannt, bildet schweflige Säure (SO^2) und
säure (CO^2). Die meisten Schwefelmetalle zersetzen
mit Chlor in Chlorschwefel und in Chlormetall.

Dieselbe Zersetzung erfolgt oft bei Gegenwart einer vier-
Materie D, mit der sich dann die eine der zwei neuen
dungen AC und BC oder auch beide, jede für sich,
igen. Wasser zersetzt sich mit Phosphor in phosphor-
Kali und in Phosphorwasserstoffgas. Wasser liefert mit Sch.
(Brom oder Iod) und Kali chlorsaures Kali und salz- 13.
Kali. Bisweilen ist die vierte Materie D vor der Zer- Sch.
mit AB vereinigt und wird bei der Zersetzung in 14.
gesetzt. In Wasser gelöstes schwefelsaures Ammo-
wird durch Chlor in Salzsäure, Chlorstickstoff und freie
felsäure zersetzt. Hier ist der Wasserstoff des Ammo- Sch.
A, der Stickstoff desselben B, Chlor C, Schwefel- 15.
D.

Bisweilen tritt die mit AB verbunden gewesene Materie
mit AC zusammen. Quecksilber bildet in salpetersaurem
oxyd salpetersaures Quecksilberoxydul und Silberamalgam
(...enbaum). Sch.

Oder es bleibt ein Theil AB unzersetzt, mit welchem 16.
AC verbindet: Kaliumoxyd, mit überschüssigem Schwe-
erhitzt, liefert schwefelsaures Kali und Fünffach-Schwefel-
. Sch.
17.

3) Zu der Verbindung AB tritt die Verbindung
und es bilden sich zwei neue Verbindungen AC und
. Dieser sehr häufige und wichtige Fall heifst die *Zer-* Sch. 18.

setzung durch doppelte Affinität; doppelte Wahl-schaft (Attractio electiva duplex). Beispiele: 1. Ah fach-Chlorphosphor zerfällt mit 5 Atomen Wasser
Sch. 19. säure und Phosphorsäure. Hydrothionsäure zersetzt Bleioxyd (und vielen andern Metalloxyden) in Sch
Sch. 20. und Wasser. Die übrigen Wasserstoffsäuren zeigen Verhalten; z. B. Salzsäure und Silberoxyd wird zu C
Sch. 21. und Wasser. Ein Gemenge von 1 Atom grauem antimon und 3 Atomen Quecksilbersublimat (Chlorqu liefert beim Erhitzen zuerst ein Destillat von Dreifa antimon, dann ein Sublimat von Zinnober (Schw
Sch. 22. silber).

Vorzüglich häufig kommt die Zersetzung durch Affinität bei Salzen vor. Zwei Salze, welche ver schiedene Basen als Säuren enthalten, tauschen ih standtheile aus, so dafs sich die Säure des ersten d der Basis des zweiten und die Basis des ersten S der Säure des zweiten vereinigt. Diese Zersetzung tener beim Zusammenschmelzen der Salze wahrg weil, wenn hier auch ein solcher Austausch erfolg doch die beiden neugebildeten Salze häufig zu einer schaftlichen Masse zusammenschmelzen, dagegen w beim Zusammenbringen der in Wasser oder einer an eigneten Flüssigkeit gelösten Salze. Sind dann die deten Salze ebenfalls löslich, so erkennt man die Z aus der Beschaffenheit der Krystalle, die man beim V oder Erkälten erhält; häufig jedoch ist das eine de zeugten Salze wenig oder gar nicht in dem angewand struum löslich, fällt daher nieder und giebt hierdurc folgte Zersetzung zu erkennen. Mischt man wässerige gen von kohlensaurem Kali und schwefelsaurem Natron ab und erkältet, so erhält man zuerst Krystalle von
Sch. 23. felsaurem Kali, dann von kohlensaurem Natron. S Baryt und schwefelsaures Kali, in wässeriger Lösung geben schwefelsauren Baryt, der augenblicklich als un weifses Pulver niederfällt, und salzsaures Kali, welch
Sch. 24. bleibt. Ebenso zersetzen sich wässerige Lösungen v lensaurem Natron und salpetersaurem Kalk in nieder kohlensauren Kalk und gelöst bleibendes salpetersaure u. s. w.

dieser Zersetzung der Salze durch doppelte Affinität
s *Neutralitätsgesetz* von RICHTER zusammen, wel-
r kurz betrachtet werden soll. RICHTER überzeugte
s, wenn sich zwei Salze wechselseitig zersetzen, wel-
e für Pflanzenfarben neutral sind, die beiden neu
den Salze es ebenfalls sind. Er folgerte hieraus mit
afs, wenn die Säure des ersten Salzes, durch Aufnah-
r bestimmten Menge Basis aus dem zweiten, aus die-
bestimmte Menge Säure disponibel mache, diese ge-
reiche, um mit der disponibeln Basis des ersten Sal-
nfalls eine neutrale Verbindung einzugehn. Dieses
n Grundsatzes bediente er sich bei seinen stöchiome-
Berechnungen. Er erklärt sich nunmehr einfach aus
n entwickelten atomistischen Lehre. Gewöhnlich findet
r Zustand in den Salzen statt, wenn sie auf 1 Atom
Atom Basis enthalten. Sind nun zwei Salze auf
rt zusammengesetzt und zersetzen sich, so verbindet
ade 1 Atom Säure des ersten Salzes mit 1 Atom Ba-
zweiten, und so kommt auch gerade 1 Atom Säure
iten Salzes auf 1 Atom Basis des ersten; somit ent-
ieder zwei neutrale Verbindungen. In Fällen jedoch,
neugebildete unlösliche Salz nach einem andern ato-
en Verhältnisse zusammengesetzt ist, als das frühere Salz,
usnahmen vom Neutralitätsgesetz ein. Das sogenannte
phosphorsaure Natron enthält z. B. auf 1 Atom ge-
he Phosphorsäure 2 Atome Natron; wird es mit sal-
rem Siberoxyd versetzt, so entsteht ein Niederschlag,
auf 1 Atom Phosphorsäure 3 Atome Silberoxyd ent-
ese waren mit 3 Atomen Salpetersäure verbunden, und
ure tritt nun an die 2 Atome Natron; da aber 2 Atome
nur zwei Atome Salpetersäure zur Neutralisation nöthig
so ist die Flüssigkeit sauer. Sch. 25.

Zersetzungen durch doppelte Affinität, bei welchen
n fünfter Stoff E im Spiel ist, gehören folgende Fälle.
rbindung AB ist mit E verbunden, und dieses verbin-
dann mit der neuen Verbindung AC. Schwefelsau-
cksilberoxyd zersetzt sich beim Erhitzen mit Kochsalz
atrium) in schwefelsaures Natriumoxyd und in Chlor-
lber. Hier ist Schwefelsäure E, Quecksilberoxyd AB Sch. 26.
lornatrium CD. Ebenso zersetzt sich schwefelsaures

Baryumoxyd beim Schmelzen mit Chlorcalcium in schw
Sch. 27. saures Calciumoxyd und in Chlorbaryum. Ebenso Vit
(Schwefelsäure + Wasser) mit Chlornatrium in schwefel
Sch. 28. Natriumoxyd und in salzsaures Gas. Bei der Zersetzung
Kochsalzes durch Glühen mit Kieselerde unter Hinzu
von Wasserdampf kommt der Unterschied vor, dafs E (
Kieselerde) nicht mit AB (dem Wasser) verbunden ist, s
dern für sich wirkt und sich dann mit AC (dem Natr
Sch. 29. vereinigt.

Es bleibt in einigen Fällen bei der Zersetzung durch d
pelte Affinität ein Theil der Verbindung AB und ein Th
der Verbindung CD unzersetzt und ersterer verbindet
mit der neuen Verbindung BD, letzterer mit der neuen V
bindung AC. Ueberschüssiges kohlensaures Kali (da die K
lensäure entweicht, so kann sie übersehn werden), mit D
fachschwefelantimon geschmolzen, liefert eine Verbindung
2 Atomen Antimonoxyd mit 1 Kali und von 6 Atomen E
Sch. 30. fachschwefelkalium mit 3 Atomen Dreifachschwefelantim

4) Beim Zusammentreffen von AB und CD bildet
nur die Verbindung AC, während sich sowohl B als D unverb
Sch. 31. den ausscheiden. Kohlensaures Kali, in wässerigem Zustande
salzsaurer Alaunerde, salzsaurem Eisenoxyd oder salzsaurem A
monoxyd zusammengebracht, bildet salzsaures Kali unter Entw
kelung der Kohlensäure und Fällung der Alaunerde oder des Eis
oder Antimonoxyds, weil diese Basen keiner Verbindung
Sch. 32. Kohlensäure fähig sind. Salpetersäure zerfällt mit Salzs
Sch. 33. in Wasser, Untersalpetersäure und Chlor. Es können hie
zuvor die Verbindungen AB und CD mit einander verei
seyn und erst in der Hitze auf genannte Weise zerfalle
Schwefelsaures Ammoniak, durch eine glühende Röhre gel
Sch. 34. tet, liefert Wasser, Stickgas und Schwefel. Es kann fer
der Stoff B der Verbindung AB und der Stoff D der Ve
bindung CD dieselbe Materie seyn. Schweflige Säure zerse
sich mit Hydrothionsäure in Wasser und Schwefel, der
Sch. 35. wohl in der ersten als in der letzten Verbindung enthalten
Sch. 36. Ebenso zerfällt Hydriodsäure mit Iodsäure in Wasser und I
Das in Wasser gelöste salpetrigsaure Ammoniak zerfällt
Sch. 37. gelindem Erwärmen in Wasser und Stickgas.

Hierher gehörige Fälle, bei welchen noch eine fü
Materie E mitwirkt, welche identisch ist mit AB, aber

bleibt und als eine besondere Materie zu betrachten
sich bald mit AC, bald mit D vereinigt, sind fol-
ialzsäure liefert mit Manganhyperoxyd Wasser, Chlor
ganoxydul, welches letztere sich mit dem unzersetzt
ien Theile der Salzsäure vereinigt. Wasserfreie Sch. 38.
säure liefert mit erwärmtem Chlornatrium Natron,
sich mit dem unzersetzt gebliebenen Theile der Schwe-
verbindet, schwefligsaures Gas und Chlorgas. Sch. 39.
auf die Verbindung AB wirken die beiden Stoffe C
etrennt ein und bilden die Verbindungen AC und
erher kann man die Zersetzung des Wassers und an- Sch. 40.
erbindungen durch den elektrischen Strom rechnen,
id D die beiden Elektricitäten sind, die von verschie-
ite in die Verbindung einströmen; die positive Elek-
ereinigt sich mit dem Sauerstoff, die negative mit dem
off des Wassers. Zu den hierher gehörigen Fällen,
ben blofs wägbare Stoffe im Spiel sind, gehört die
ig der mit Kohle gemengten und bis zum Glühen
Kieselerde (so wie vieler andern Metalloxyde) durch
in Chlorsilicium und Kohlenoxydgas. Sch. 41.
's sind zwei Verbindungen AB und CD, jede für
geben, ein Stoff E nimmt A auf und trägt B auf D
, dafs C in Freiheit gesetzt wird. Chlorsilber, mit Sch. 42.
glüht, zerfällt, wenn Wasserdampf darüber geleitet
Kohlenoxyd, Salzsäure und Silber. Derselbe Fall, Sch. 43.
zugleich ein anderer Theil von E sich mit BD ver-
t folgender: Chlornatrium zerfällt mit Manganhyper-
. Schwefelsäure in schwefelsaures Manganoxydul, in
aures Natron und in Chlorgas. Sch. 44.
iner Verbindung von AB mit AD entzieht E alles A
det B und D, jedes für sich, ab. Das Eisen liefert Sch. 45.
eifsglühhitze mit Kalyhydrat oxydirtes Eisen, Kalium
serstoffgas. Die Kohle zersetzt in der Glühhitze das
aure Bleioxyd in Kohlenoxyd, Phosphor und Blei. Sch. 47.
ı hierbei auch die abgeschiedenen Stoffe B und D
dung treten. Wasserstoffgas, über glühendes schwe- Sch. 48.
Kali geleitet, erzeugt Wasser und Schwefelkalium. Sch. 49.
rt mit wässeriger Salpetersäure Zinnoxyd und Am-
welches sich aber noch mit einem unzersetzt geblie-
eile der Salpetersäure vereinigt. Sch. 50.

8) Eine Verbindung ABC zersetzt sich mit einer Ve
Sch. dung DEF in die drei Verbindungen AD, BE und
51. Dieser Fall ist *Attractio electiva multiplex* genannt wo
Man kann hierher die Zersetzung mehrerer schweren M
salze durch wasserstoffsaure Alkalien rechnen. So giebt
drothionsaures Ammoniak mit salpetersaurem Bleioxyd Sc
Sch. felblei, Wasser und salpetersaures Ammoniak.
52. Die Ursache aller dieser Zersetzungen bestehender
bindungen durch hinzutretende Stoffe, welche neue Ve
dungen erzeugen, ist, wie schon bemerkt, im Allgem
darin zu suchen, daſs die Kräfte, welche auf die Bi
neuer Verbindungen hinwirken, stärker sind, als diej
welche die alten Verbindungen zu erhalten streben. Bei
tem am meisten kommt hierbei die Affinität in Betracht,
doch auch die Cohäsion übt hierbei einen Einfluſs;
möchte auf folgende Weise zu verstehn seyn. Je coh
ein Bestandtheil der alten Verbindung, desto gröſseres Be
ben hat er, diese zu verlassen, um sich für sich zu gr
Massen mittelst der Cohäsion zu vereinigen, um so eher
daher schon eine schwächere Affinität die alte Verbin
aufheben. Auf dieselbe Weise wirkt eine gröſsere Coh
der neuen Verbindungen; zu ihrer Bildung wirkt dann
bloſs die Affinität ihrer Bestandtheile, sondern auch das
streben der zusammengesetzten Atome, sich mittelst der
häsion zu gröſsern Massen zu verbinden. Je gröſser
die Cohäsion der abzuscheidenden Stoffe und der neu zu
denden Verbindungen, desto leichter wird die Zersetzung
folgen; je gröſser dagegen die Cohäsion des zersetzenden
pers und der alten Verbindungen, ein desto gröſseres U
gewicht der Affinitäten ist nöthig, um die Zersetzung zu
anlassen.

Besonders spricht für den Einfluſs der Cohäsion der
bindungen auf den Erfolg des Affinitätsconflicts ein
HAHNEMANN entdecktes und von BERTHOLLET weiter au
führtes Gesetz, die Zersetzungen der in Wasser gelösten S
durch doppelte Affinität betreffend. Die Auflöslichkeit
Salzes in Wasser hängt theils von der Affinität desselben
Wasser ab, theils von seiner Cohäsion; von zwei Salzen,
eine gleiche Affinität zum Wasser haben, wird sich d
in der geringsten Menge lösen, welches am cohärent

läfst sich aus der Löslichkeit eines Salzes einiger-
uf seine Cohäsion schliefsen und annehmen, ein Salz
o cohärenter, je weniger löslich es ist. Genau ist
erdings nicht, da ohne Zweifel die Affinität der Salze
ser verschieden grofs ist. HAHNEMANN zeigte (in
rrede zum zweiten Bande des von ihm übersetzten
n im Grofsen von DEMARCHY 1784), dafs eine con-
Kochsalzlösung mit schwefelsaurem Kali und selbst
efelsaurem Kalk unter dem Gefrierpuncte Krystalle
efelsaurem Natron absetzt, und da bei gewöhnlicher
ur umgekehrt aus schwefelsaurem Natron und salz-
ali oder Kalk salzsaures Natron und schwefelsaures
Kalk entsteht, erklärte er die Erscheinung aus der
Frostkälte vorzugsweise verringerten Löslichkeit des
auren Natrons und folgerte, die wechselseitige Zer-
ler Salze beruhe auf den Verhältnissen ihrer verschie-
flöslichkeit.

em gemäfs lautet BERTHOLLET's Gesetz folgender-
zwei in Wasser gelöste Salze zersetzen sich in dem
einander durch doppelte Affinität, wenn wenigstens
neuen Salze, die hierbei entstehn können, bei der
n Temperatur weniger löslich (also cohärenter) ist, als
beiden ältern Salze. Dieses Gesetz gilt ohne alle Ausnah-
als zersetzt sich ein unlösliches Salz mit einem löslichen
sliche Salze; dagegen bilden zwei lösliche Salze häufig
r lösliches und ein unlösliches. Dieses ist der Grund,
i den Zersetzungen der Salze durch doppelte Affinität so
llungen erfolgen. Das kohlensaure Kali und der salz-
k sind zerfliefsliche, sehr reichlich in Wasser lösli-
; das salzsaure Kali ist weniger löslich, der koh-
Kalk unlöslich. Daher zersetzt sich das kohlensaure
dem salzsauren Kalk zu salzsaurem Kali und koh-
Kalk, und wenn die Lösungen der erstern Salze
concentrirt sind, so entsteht durch die Ausschei-
feinflockigen kohlensauren Kalks und eines Theils
kaliums eine solche Verdickung, dafs das Gemenge
erscheint, das sogenannte *chemische Wunderwerk.* Sch.
efelsaure Kali und der salpetersaure Baryt sind zwar 53.
löslich, als das salpetersaure Kali, weil aber der
ure Baryt unlöslich ist, so bildet schwefelsaures Kali

mit salpetersaurem Baryt salpetersaures Kali und schwe
Sch. 54. ren Baryt. Wir haben bei diesen Zersetzungen der
durch doppelte Affinität vielleicht anzunehmen, dafs
Affinitäten so ziemlich das Gleichgewicht halten, dafs
die Affinität der Schwefelsäure zum Kali + der Affinit
Salpetersäure zum Baryt ungefähr gleich ist der der Salpeter
zum Kali + der der Schwefelsäure zum Baryt, und des
halb die gröfsere Cohäsion des schwefelsauren Baryts den
schlag geben kann. Eine andere Erklärung, bei welcher
Schwerlöslichkeit nicht Ursache, sondern Wirkung dieser
setzung wäre, besteht in Folgendem. Je inniger die Ve
dung zwischen einer Säure und Basis, je mehr das V
nigungsbestreben der beiden Körper durch die Verein
befriedigt ist, desto geringere Affinität zeigt die neue Ve
dung unter übrigens gleichen Umständen gegen andere S
namentlich gegen das Wasser, desto weniger ist sie lö
wobei jedoch zu beachten, dafs die Löslichkeit, je nach
Natur der Säure und Basis, in sehr verschiedenem Grade
nimmt. Bei der Zersetzung durch doppelte Affinität en
daher immer diejenigen Verbindungen, für welche die
sten Affinitäten wirken, und eben deshalb sind diese Ve
dungen vergleichungsweise die am wenigsten löslichen.

Bei weitem den gröfsten Einflufs bei den Zersetzu
hat jedoch, wie bemerkt, die Affinität, und wenn man
den eben dargelegten Fällen absieht, in welchen bei ung
gleichen Affinitäten die Cohäsion den Ausschlag zu g
scheint, so läfst sich der Satz aufstellen, dafs jedesmal
setzung erfolgt, wenn die *trennenden Affinitäten* (*A
tes divellentes*), d. h. die auf Bildung neuer Verbindu
hinwirkenden, zusammen mehr betragen, als die *ru
Affinitäten* (*Affinitates quiescentes*), d. h. diejenigen,
welche die alten Verbindungen zusammengehalten werden
entscheidet hierbei nicht eine einzelne gröfsere Affinität,
dern die Summe aller Affinitäten, welche zu gleicher
befriedigt werden können; es kann daher eine gröfsere
nität durch mehrere kleinere, die zugleich realisirt we
können, überwunden werden. Man vermag z. B. nicht,
Kieselerde durch heftiges Glühen mit Kohle den Sauerst
entziehn und das Silicium abzuscheiden, und folgert
dafs die Affinität des Sauerstoffs zum Silicium gröfser

lenstoff. Ebenso wenig erhält man durch Glühen der
e in Chlorgas, unter Ausscheidung des Sauerstoffs,
ium, und man folgert hieraus, daſs dieses Silicium eine
Affinität zum Sauerstoff besitze, als zum Chlor. Leitet
r über ein glühendes Gemenge von Kieselerde und
lorgas, wirkt also die Affinität des Kohlenstoffs zum Sch. 41.
f und die des Chlors zum Silicium der Kieselerde
ig ein, so entsteht Kohlenoxyd und Chlorsilicium,
wird also durch die beiden schwächeren Affinitäten
enstoffs zum Sauerstoff und des Chlors zum Silicium
ere Affinität des Siliciums zum Sauerstoff aufge-

aus erklärt sich auch der Fall, welcher die Zer-
urch *prädisponirende Affinität* (*Affinitas praedispo-*
nannt wird. Es kann die Affinität zwischen A und
r seyn, als die zwischen A und C, und dennoch wird
indung A B durch C in dem Falle zersetzt, daſs noch
erie D vorhanden ist, welche eine gröſsere Affinität
e zu bildende Verbindung A C besitzt und dadurch
dung prädisponirt. Die Verbindung A B sey z. B.
ure, C sey Phosphor, D Natron. Der Phosphor ist
r Temperatur im Stande, der Kohlensäure allen Sauer-
ntziehn und den Kohlenstoff auszuscheiden, im Ge-
zersetzt sich Phosphorsäure beim Glühen mit Kohle
noxyd und Phosphor. Durch die Gegenwart von
welches zwar auch Affinität gegen Kohlensäure hat,
gröſsere gegen Phosphorsäure, ändern sich die Um-
Leitet man über in einer Röhre glühendes, kohlen-
tron Phosphordampf, so entsteht unter Feuerent-
ein schwarzes Gemenge von phosphorsaurem Na-
Kohle. Nimmt man beispielsweise an, die Affinität
nstoffs zum Sauerstoff betrage 10, die des Phos-
n Sauerstoff 9, die der Kohlensäure zum Natron 1
er Phosphorsäure zum Natron 3, so beträgt die Sum-
henden Affinitäten $10+1=11$, die der trennenden
12, und es muſs daher die Zersetzung vor sich
ist hier die prädisponirende Affinität des Natrons Sch.
horsäure, welche die Bildung derselben veranlaſst. 55.
war diese Lehre von der prädisponirenden Affinität
messen erklärt, sofern die Affinität des Stoffes D

(des Natrons) zu einer Verbindung AC (der Phosp da sie noch gar nicht existire, auch nicht in Rechnu men könne. Allein bei der innigen Berührung der St sen alle in ihnen und ihren möglichen Verbindung nenden Kräfte zugleich thätig seyn. Es wäre auc lich, von dieser Zersetzung der Kohlensäure durch und von einigen andern eine genügende Erklärung wenn man diese prädisponirende Affinität nicht dabe sichtigen wollte. Bei der Gesetzmäfsigkeit, die in herrscht, läfst sich mit Sicherheit behaupten, und d rung bestätigt es, dafs *unter gleichen Umständen* in selben Zersetzungen eintreten und dafs nicht z. B. Mal AB durch C in AC und B zersetzt wird, d Mal aber AC durch B in AB und C. Bei veränderten den jedoch treten häufig solche entgegengesetzte Er Affinitätenconflicts ein, die sogenannten *wechselseitig verwandtschaften* (*Affinitates reciprocae*). Beson flufs hat hierauf die relative Menge der auf einande den Stoffe, die Gegenwart anderer Stoffe und die dene Temperatur.

Was die *relative Menge* betrifft, so kann ein U eines der auf einander wirkenden Stoffe theils durch theils durch Affinität einen entgegengesetzten Erfol führen. Auf reciproke Affinität durch Einflufs der ist folgender Fall zu beziehen. Leitet man über stoff zu Oxyd oder Oxyd-Oxydul verbundenes Eis ches in einer Röhre bis zum Glühen erhitzt ist, W gas, so wird es zu metallischem Eisen reducirt und weicht ein Gemenge von Wasserdampf und unver Wasserstoffgas aus dem andern Ende der Röhre. L dann über dieses metallische Eisen Wasserdampf, s wieder in Eisenoxydoxydul verwandelt, und es ent Gemenge von Wasserstoffgas und unzersetztem Wa Gay-Lussac hat gezeigt, dafs keineswegs eine v hohe Temperatur diesen entgegengesetzten Erfolg bed man es früher zum Theil annahm, sondern dafs Grade der Glühhitze bald dieser, bald jener Erfolg kann. Derselbe hängt blofs von der relativen Meng ist aus der Adhäsion zwischen Wasserstoffgas und dampf zu erklären. Wahrscheinlich ist die Affinität

des Wasserstoffs zum Sauerstoff gleich grofs, so dafs rgleichungsweise schwache Kraft der Adhäsion den g geben kann. Waltet, wie im ersten Falle, das Was- s vor, so veranlafst die Adhäsion desselben zum ampf die Bildung von Wasser und damit die Re- les Eisens; waltet aber, wie im letzten Falle, der Was- vor, so veranlafst seine Adhäsion zum Wasserstoff- afs das Eisen einen Theil des Wassers zersetzt, sich und Wasserstoffgas in Freiheit setzt. In beiden Fäl- eht daher ein Gemenge von Wasserstoffgas und Was- f. Hiermit hängt die Erfahrung zusammen, dafs koh- r Kalk, in einem lose verschlossenen Gefäfse schwach kein kohlensaures Gas entwickelt, aufser wenn ein on Luft, Wasserdampf oder einer andern elastischen eit hinzugeleitet wird. Hier ist es wieder die Adhä- ser schon bestehenden Gase zum kohlensauren Gase, ine Entwickelung begünstigt und bewirkt, dafs die der Wärme zur Kohlensäure das Uebergewicht über Kalks zur Kohlensäure erhält; nur sind es hier fremd- offe, deren Adhäsion den Ausschlag giebt.

den Fällen, wo die im Ueberschufs vorhandene Ma- rch ihre Affinität den Erfolg abändert, gehören fol- Fügt man zu der wässerigen Lösung von einfach-schwe- n Ammoniak, Kali oder Natron Salpetersäure im Ver- von 2 Atomen schwefelsaures Salz auf 1 Atom Sal- re, so verschwindet der Geruch dieser Säure und bei gem Verdunsten krystallisirt salpetersaures Ammoniak, r Natron, während die Mutterlauge doppelt-schwefel- lkali enthält. Fügt man umgekehrt zu einem der ge- , in Wasser gelösten, salpetersauren Salze Schwefel- Verhältnifs von 2 Atomen Schwefelsäure auf 1 Atom l läfst das Gemisch verdunsten, so entweicht sämmt- petersäure und es bleibt doppelt - schwefelsaures Al- alb so viel Schwefelsäure (1 Atom) würde blofs die es Alkali's entziehn und also nur die Hälfte der Sal- e austreiben, wofern nicht sehr hohe Temperatur ein- Wenn also die Salpetersäure auf eine Verbindung von säure mit Alkali wirkt, die keinen Ueberschufs von säure hält, so entzieht sie derselben Alkali und bil- tersaures Salz; umgekehrt wird dieses zersetzt, wenn

die Schwefelsäure im Ueberschufs darauf wirkt. Dieses
gendermafsen zu erklären. Die genannten Alkalien si
zwei Verhältnissen mit Schwefelsäure verbindbar, sie
mit 1 Atom Schwefelsäure ein einfach-, mit 2 Ato
doppelt-schwefelsaures Salz. Mit der Salpetersäure ve
sich diese Alkalien blofs nach gleicher Atomzahl. Es
Affinität des Alkali's zur Salpetersäure = 5, die des
zu 1 Atom Schwefelsäure = 6 und die des dadurch
ten einfach-schwefelsauren Alkali's zu 1 Atom Schw
weiter = 2, so ist einzusehn, wie im ersten Falle 1 Ato
tersäure 2 Atomen einfach-schwefelsauren Alkali's 1 Ato
entzieht, wie ferner das hiermit frei gewordene 1 Atom
felsäure an das unzersetzt gebliebene einfach-schwefel
kali tritt und es in doppelt-schwefelsaures verwandel
bliebe das 1 Atom schwefelsaures Kali unzersetzt,
damit eine Affinität = 6 befriedigt. Tritt aber das Alk
Salpetersäure und die Schwefelsäure an das unzer
bende Atom schwefelsaures Kali, so werden die
= 5 und = 2, zusammen = 7, befriedigt. Das
dete doppelt-schwefelsaure Kali ist, wenn man auch
viel Salpetersäure darauf einwirken lassen will, nich
zersetzbar, weil es durch die Affinitäten 6 + 2 = 8
mengehalten wird und die Salpetersäure nur mit ein
Sch. 56. nität = 5 einwirkt. Wirken daher 2 Atome Schw
auf 1 Atom salpetersaures Alkali, so wird die Affin
Salpetersäure zum Alkali = 5 durch die der 2 Atome
felsäure zum Alkali = 6 + 2 überwunden und unter
von doppelt-schwefelsaurem Alkali wird alle Salpe
Sch. 57. ausgetrieben. Auf dieselbe Weise verhalten sich die
schwefelsauren Alkalien gegen die Salzsäure und die
ren Alkalien gegen die Schwefelsäure.

Zu den Fallen, in welchen die Gegenwart anderer
rien, die vermöge *prädisponirender Affinität* wirken,
entgegengesetzten Erfolg hervorbringt, möchten folge
rechnen seyn. Fügt man wasserhaltige Essigsäure zu k
saurem Kali, so bildet sich unter Entwickelung der K
säure eine Auflösung von essigsaurem Kali. Dampft m
doch dieselbe zur Trockne ab, löst das zurückbleibend
sigsaure Kali in Weingeist und leitet durch diese L
kohlensaures Gas, so wird, wie Pelouze zeigte, fast

als kohlensaures niedergeschlagen und die Flüssigkeit Essigsäure in Verbindung mit Weingeist. Es scheint som Weingeiste eine bedeutende Affinität zur Essigsäure zugeschrieben werden zu müssen; diese, in Verbindung mit Affinität der Kohlensäure zum Kali, überwindet die der säure zum Kali. Allerdings wird diese Thatsache gen auf andere Weise, nämlich im Sinne der Bertholletschen Lehre, erklärt, indem man sagt, dafs sich immer sweise die unlöslichern, also cohärentern Verbindungen erzeugen, also hier vorzugsweise das in Weingeist une kohlensaure Kali.

iese Lehre wird da benutzt, wo sie gerade pafst, und en, die ihr widersprechen, mit Stillschweigen über. So kann man hier fragen: Warum schlägt die Kohe nicht auch aus in Wasser gelöstem essigsaurem Kalk sauren Kalk nieder, da doch der kohlensaure Kalk unr im Wasser ist, als das kohlensaure Kali im Wein. Dieser Fall zeigt zugleich, dafs schwere Löslichkeit ofse Cohäsion zweierlei ist, sonst wäre das kohlensaure gleicher Zeit ein sehr cohärentes Salz (in Bezug zum ist) und ein sehr wenig cohärentes (in Bezug zum r).

ine Auflösung von Chlornatrium und schwefelsaurer Bitin Wasser läfst, bei gelinder Wärme verdunstet, Krydieser beiden unveränderten Salze zurück. Wird aber Rückstand gepulvert mit Weingeist gekocht, so nimmt nach Grotthuss Chlormagnium auf und der Rückstand iernach schwefelsaures Natron enthalten. Der Wein- Sch. 58. ist das Chlornatrium und die schwefelsaure Bittererde rsam auf, das Chlormagnium reichlich, und seine präende Affinität zu diesem scheint seine Bildung zu be. Doch könnte hierbei auch die höhere Temperatur Kochen mit Weingeist und die dadurch relativ vermehrte n des schwefelsauren Natrons in Betracht kommen Es erklärt sich übrigens aus dieser Thatsache, warum bei Analysen von Mineralwassern, wo man den abgen Rückstand mit Weingeist auskochte, Chlormagnium wefelsaures Natron gefunden wurden, die ohne Zweifel rnatrium und schwefelsaure Bittererde in dem Wasser len waren.

man mag ihn noch so lange in der Säure lassen, aber w der Pfropf geöffnet wird, löst er sich in einigen Minuten der auf. Dasselbe geschieht, wenn Zink in einem und verschlossenen Gefäfse in einer sehr verdünnten Sch felsäure gelöst wird." Wäre die erstere dieser Angaben, Autor nicht genannt ist, richtig, so würde sie beweisen, die Affinität der Kohlensäure zum Kalk gröfser ist, als der Schwefel-, Salpeter- oder Salzsäure, dafs daher verstärktem Drucke die Kohlensäure den schwefel-, salpe oder salzsauren Kalk zersetzen und kohlensauren erzeu würde; dafs dagegen bei gewöhnlichem Drucke die Affinität der Wärme zur Kohlensäure mit ins Spiel k und durch Bildung von kohlensaurem Gas die Zersetzung kohlensauren Kalks durch die genannten Säuren möglich Allein so lange nicht die Natur und Stärke der Säure stimmt genannt ist, mufs ich nach folgendem Versuche a Richtigkeit dieser Thatsache zweifeln. Ich füllte eine lange, sehr dicke und enge Glasröhre zu ⅔ mit mäfsig Salzsäure, schob dicht darüber ein Convolut von Pl und füllte dann den übrigen Raum mit Kalkspathstücken, dafs nur noch Platz zum Zuschmelzen der Röhre blieb, ein Stück Flintenlauf eingeschlossen wurde die Röhre 20° bis 30° C. in horizontaler Stellung gelassen, jedoch einige Male aufrecht gestellt, um die Berührungspuncte zwisch Säure und Kalkspath zu erneuern. Nach 14 Tagen war nicht aller Kalkspath gelöst, aber über der Säure zeigte eine zwei Linien starke Schicht tropfbar-flüssiger Kohlens durch aufserordentliche Beweglichkeit ausgezeichnet. Als auf die Spitze der Röhre abgeschnitten wurde, zersprang obere Theil derselben mit heftigem Knalle in kleine St und die übrige Flüssigkeit zeigte sich neutral gegen Lack Dieser Versuch beweist, dafs wenigstens Salzsäure von lerer Stärke den kohlensauren Kalk auch bei einem Dr zersetzt, bei welchem die Kohlensäure tropfbar-flüssig w und hiernach ist anzunehmen, dafs die Affinität der Salzs zum Kalk gröfser ist, als die der Kohlensäure. Die zw der von Berzelius angeführten Thatsachen würde bewe dafs die Affinität des Zinks zum Sauerstoff + der Affinität Schwefelsäure zum Zinkoxyd geringer ist, als die des W serstoffs zum Sauerstoff, dafs daher die Zersetzung unter

Drucke nicht erfolgt, wohl aber unter schwächerem, wo
die Affinität der Wärme zum Wasserstoff hinzutritt. Sch.
uch hier entsprechen meine Versuche nicht der An- 5.
Als ich auf eben beschriebene Weise ein Gemisch von
l Vitriolöl und 8 Theilen Wasser mit einem Stücke
eine Röhre einschmolz und dieselbe mehrere Wochen
zontaler Lage liefs, unter öfterem Aufrechtstellen, und
die Spitze abschnitt, entwich das Gas mit mäfsigem
ohne die Röhre zu zersprengen, und die Säure zeigte
st ganz mit Zink gesättigt, so dafs sie beim Umstülpen
hre durch das sich kaum merklich vom Zink entwickeln-
sserstoffgas nach einigen Tagen nicht einmal ganz aus
öhre getrieben wurde. Bei etwas längerem Zusammen-
und öfterem Bewegen der verschlossenen Röhre würde
die Säure ohne Zweifel gänzlich gesättigt haben. Als
f dieselbe Weise mit Zink und mäfsig concentrirter Salz-
verfuhr, wurde die sehr starke Röhre nach 4 Stunden
ftigem Knall zersprengt, weil die Menge des durch
Säure entwickelten Wasserstoffgases viel mehr betrug,
der sehr verdünnten Schwefelsäure.

In andern Fällen scheint die verschiedene Temperatur
h einen verschiedenen Erfolg zu bewirken, dafs die
on der Stoffe in der Kälte und Wärme in einem un-
n Grade zu- und abnimmt, und hier findet vorzüglich
rthollet'sche Gesetz über die Zersetzung der Salze durch
le Affinität seine Anwendung.

ine Auflösung von Kochsalz und Bittersalz, bei ge-
cher Temperatur oder mäfsiger Wärme verdunstend,
wie oben bemerkt, beide Salze unverändert anschiefsen;
agegen diese Auflösung einer Kälte von 0° und darun-
gesetzt, so krystallisirt, wie schon Scheele fand, Kry-
sser haltendes schwefelsaures Natron heraus und die
ung hält Chlormagnium (oder salzsaure Bittererde). Eben-
H. Rose gezeigt, dafs diese Lösung, über 50° erhitzt,
freies schwefelsaures Natron absetzt. Diese Erscheinun-
ssen sich mit Berthollet daraus erklären, dafs die
keit des schwefelsauren Natrons in Wasser, also seine
on, bei verschiedenen Temperaturen so höchst verschie-
. Nach Gay-Lussac braucht 1 Theil krystallisirtes
rsalz zu seiner Auflösung bei 0° C. 8,2 Theile Wasser,

saures Ammoniak unter Entwickelung von Salzsäure; um-kehrt wird salpetersaures Ammoniak durch überschüssige Salz-säure in salzsaures Ammoniak verwandelt. Ohne Zweifel ist die Affinität der Salpetersäure zum Ammoniak gröſser, als der Salzsäure, und erstere würde nicht durch letztere ausgetrieben werden, wenn nicht der Ueberschuſs der letztern die Zersetzung in Chlor, Wasser und Untersalpetersäure veranlaſste, welche letztere als schwächer durch die Salzsäure ausgetrieben wird. Es wird hier die Affinität der Salpetersäure zum Ammoniak, der Untersalpetersäure zum Sauerstoff und des Wasserstoffes zum Chlor überwunden durch die Affinität der Salzsäure zum Ammoniak und durch die Affinität des
Sch. Wasserstoffs der Salzsäure zum Sauerstoff der Salpetersäure.
64. Ebenso scheidet Salpetersäure aus wässerigem arsenigsaurem Kali vermöge gröſserer Affinität mit Leichtigkeit die arsenige Säure ab. Dagegen wird salzsaures Kali beim Glühen mit arseniger Säure unter Entwickelung von salpetriger Säure in ar-
Sch. seniksaures Kali verwandelt. Hier ist zu beachten, daſs die
65. Salpetersäure durch Desoxydation in die schwächere salpetrige, die arsenige Säure durch Oxydation in die stärkere Arseniksäure umgewandelt wird. Die Affinität der arsenigen Säure zum Sauerstoff + der Affinität der Arseniksäure zum Kali überwiegt die Affinität der salpetrigen Säure zum Sauerstoff und die der Salpetersäure zum Kali.

Auch daraus hat man auf reciproke Affinität schlieſsen wollen, daſs Salze, die sich mit einander durch doppelte Affinität unter Fällung eines schwerlöslichen Salzes zersetzen, wenn sie in wenig Wasser gelöst sind, bei gröſserer Verdünnung keinen Niederschlag geben, wenn auch die vorhandene Wassermenge nicht hinreichend seyn würde, das schwerlösliche Salz, das hier entstehn kann, für sich gelöst zu erhalten. Während z. B. der schwefelsaure Kalk gegen 400 Wasser zur Auflösung nöthig hat, so giebt der etwa in 200 Wasser gelöste salzsaure Kalk keinen Niederschlag mehr mit schwefelsaurem Kali. Hieraus folgern mehrere Chemiker, daſs bei gröſserer Wassermenge der salzsaure Kalk unzersetzt bleibe, da, wenn schwefelsaurer Kalk gebildet wäre, ungefähr die Hälfte desselben niederfallen müſste. Doch ist die Annahme einfacher, daſs auch hier die Bildung des schwefelsauren Kalkes erfolgt, daſs dieser jedoch durch die Vermittelung

sich gebildeten salzsauren Kali's reichlicher in Wasser gewird, als es sonst der Fall seyn würde. So fand auch n G. Morveau, dafs, wenn man Kalkwasser durch hingeleitetes kohlensaures Gas getrübt hat, beim Zusatz von refel- oder salzsaurem Kali Klärung erfolgt, eine ebenwohl von der Affinität dieser Kalisalze gegen den kohsauren Kalk, wodurch seine Löslichkeit in Wasser vermitwird, abzuleitende Erscheinung. Aus diesen Affinitäten Salze gegen einander und der dadurch vermittelten reichzen Löslichkeit im Wasser erklärt sich überhaupt das Vormen von kohlensaurem und schwefelsaurem Kalk, kohlenr Bittererde u. s. w. in Mineralwassern in gröfserer Menals dieses bei reinem Wasser der Fall seyn könnte, und ist durch diese Erscheinung keineswegs genöthigt, in die Wassern die Existenz solcher Salze anzunehmen, die mit nder *unverträglich* sind, d. h. die sich bei derselben Temtur mit einander zersetzen und eine Fällung bewirken den, wenn die Wassermenge geringer wäre.

Mehrere andere, zu der Lehre von der reciproken Affigehörige Thatsachen, welche noch einer genaueren Prüg bedürfen, finden sich bei Berthollet[1], Dulong[2], bei Versuchen die verschiedene Temperatur, welche entgesetzte Erfolge bewirken konnte, nicht genug beachtet seyn scheint, und Grotthuss[3].

2) Umstände und Erfolge der Zersetzung.

a) *Temperaturveränderung.* Da bei der Verbindung der ffe in der Regel Wärme frei wird, so mufs bei ihrer nnung an und für sich eine ebenso grofse Wärmemenge der latent werden. Dennoch wird bei den meisten Zerngen Temperaturerhöhung, selbst bis zur Feuerentwickeg, wahrgenommen, und es sind hierbei folgende Fälle zu rscheiden.

1) Das Wasserstoffhyperoxyd entwickelt bei seiner durch wärmung oder pulverige Körper eingeleiteten Zersetzung in

---

1 Stat. chim. T. I. p. 82. 99. 100. 401.
2 Ann. de Chim. T. LXXXII. p. 273.
3 Scherer Nord. Blätter. Th. I. S. 272.

Wasser und Sauerstoffgas, ungeachtet zur Bildung dies viel Wärme latent werden mufs, noch viel freie Dieser Fall steht bis jetzt einzig da und läfst vu dafs bei der Bildung dieser sehr losen Verbindung ki Wärme frei, sondern im Gegentheil latent wird (s. II

2) Wenn sich Stoffe aus ihrer Lösung in einer ren Flüssigkeit in Folge der durch Erkältung erhöhe sion in fester Gestalt ausscheiden, so tritt meistens entwickelung ein. Dieses erklärt sich aus dem Fr der Flüssigkeitswärme bei dem Uebergange aus dem ren in den flüssigen Zustand und hängt genau dami men, dafs jene festen Körper bei der vorhergegangen sung Flüssigkeitswärme absorbirten, wie dieses bereits (auseinander gesetzt worden ist.

3) Die meisten Zersetzungen erfolgen dadurch, (fsern Affinitäten kleinere überwinden. Wenn nun a Aufhebung der durch kleinere Affinitäten bewirkten dungen Wärme latent wird, so mufs durch die Bef der gröfsern Affinitäten eine noch gröfsere Wärmem werden und die bei der Zersetzung eintretende Te erhöhung drückt die Differenz dieser beiden Wärm aus. Wenn z. B. A bei seiner Verbindung mit B ei memenge = 2 und mit C eine Wärmemenge = 3 en so mufs bei der Zersetzung der Verbindung A B durc Wärmemenge = 1 = 3 — 2 frei werden. So erk die lebhafte Feuerentwickelung, welche der im Salp gebundene Sauerstoff bei seinem Uebertritte an Ko und andere Stoffe, die ihn innig binden, hervorbrin ber Entwickelung von Elektricität bei Zersetzungen *Galvanismus.*

b) Die Zeit, in welcher die Zersetzung erfolgt gröfstentheils von den oben (III. 2. B) angeführten, Schnelligkeit der chemischen Vereinigung einwirkend ständen ab. Ist einer der Zersetzungstheile gasförn hat er sich aus einer tropfbaren Flüssigkeit zu entwick wird die Zersetzung durch die Gegenwart eckiger Kö schleunigt[1].

---

1 S. Art. *Absorption.* Bd. I, S. 68.

Qualitätsänderung. Bei jeder Zersetzung entstehn we-
s zwei heterogene Materien oder Zersetzungstheile, wel-
nach ihrer Natur und der bei der Zersetzung gegebe-
mperatur starr, tropfbar oder elastisch-flüssig seyn kön-
d welche, so lange sie sich noch nicht vermöge ih-
cifischen Gewichtes geschieden haben, ein trübes oder
sichtiges Gemenge darstellen.

tstehn bei einer Zersetzung elastische Zersetzungstheile,
nen sich folgende Erscheinungen zeigen.

) Das *Aufbrausen* oder die *Effervescenz* erfolgt, wenn
i der in einer tropfbaren Flüssigkeit vor sich gehenden
ung ein elastisch-flüssiger Stoff allmälig entwickelt und
en aufsteigt, z. B. Kalk oder kohlensaures Kali und
ge Salzsäure.

) *Verpuffung* oder *Detonation* und, wenn das Geräusch
r lebhaft ist, *Verzischung.* Hier entwickeln sich eine
mehrere elastisch-flüssige Zersetzungstheile aus einem
(Knallsilber), tropfbar-flüssigen (Chlorstickstoff) oder
igen (Chloroxyd) Körper fast augenblicklich, und in-
e das ihrer (häufig durch höhere Temperatur gesteiger-
lasticität entsprechende viel gröſsere Volumen einzuneh-
chen, drücken sie mit Gewalt Luft und andere Gegen-
nach allen Richtungen zurück und veranlassen Knall
rschmetterung fester Gegenstände. Bei gasförmigen Ver-
gen, wie Chloroxyd, ist deshalb eine Verpuffung mög-
weil die getrennten Bestandtheile, wie Chlorgas und
toffgas, ein gröſseres Volumen einnehmen, als die Ver-
g besaſs. Die Lichtentwickelung, welche bei vielen
Verpuffungen statt findet, ist von zwei Ursachen abzu-
In einigen Fällen ist die Zersetzung von einer bis zur
ntwickelung gehenden Temperaturerhöhung begleitet, wie
hieſspulver, Knallpulver u. s. w., und diese höhere Tem-
r trägt mit dazu bei, den entstehenden Gasen und Däm-
ine um so gröſsere Elasticität zu ertheilen. In andern
, wie bei der Zersetzung des Chloroxyds, Chlorstick-
und Iodstickstoffs, scheint wenigstens keine bis zum
n gehende Temperaturerhöhung einzutreten, und hier
man die Lichtentwickelung von der starken Compression
n detonirenden Körper umgebenden Luft ab, oder z. B.

bei dem in einer Glasröhre eingeschlossenen Chlor von der Compression, welche der sich zuerst zu Theil auf den noch nicht zersetzten Theil desselben Da jedoch Thénard[1] es neuerdings wahrscheinlich hat, daſs die Lichtentwickelung, welche Luft, Sau und Chlorgas beim raschen Zusammenpressen in eine Glasröhre zeigen, von der Verbrennung des Fettes u rer darin enthaltenen organischen Substanzen herrü fragt es sich, ob nicht vielmehr die rasche Ausdehn Gases an und für sich mit Lichtentwickelung verbu Auf jeden Fall ist diese Lichtentwickelung auf dieselb zu erklären, wie das Windbüchsenlicht und das Lic ches sich zeigt, wenn man einen mit Blase überbunde linder bis zum Zersprengen derselben exantlirt[2]. Bau hat über die Verpuffung einiger Stoffe eine besonder aufgestellt, nach welcher dieselben im Momente der fung aus der Luft mit groſser Heftigkeit Sauerstoff zi dadurch der Luft eine starke Bewegung gegen den (sie sich befinden, ertheilen sollen, so daſs zwei ent setzte Bewegungen entstehn, die der Luft gegen das misch und die der Gase von demselben hinweg. Di bewegung sey der Grund, warum die Knallgemische lich nach unten durchschlagen. Die Unstatthaftigkei Ansicht hat jedoch Gay-Lussac dargethan. Die rasc wickelung elastischer Flüssigkeiten, die einen viel g Raum einnehmen, als der Körper, aus dem sie entste klärt die Erscheinungen der Verpuffung vollständig.

Entstehn bei einer Zersetzung mehrere tropfbar- Zersetzungstheile, so bilden sie ein trübes Gemenge, sich ihrem specifischen Gewichte gemäſs über einand gert haben, z. B. bei der Zersetzung einer Auflösu flüchtigem Oel in Weingeist durch Wasser.

Wenn sich bei der Zersetzung einer tropfbaren o stischen Flüssigkeit feste Zersetzungstheile ausscheiden specifisch schwerer zu Boden setzen, so heiſsen diese

1 Ann. de Chim. et Phys. T. XLIV. p. 181.

2 S. Art. *Licht.* Bd. VI. S. 268—271.

3 Essay chimique sur les réactions foudroyantes. Par. 18 univ. T. XXVIII. p. 39.

r, *gefällter Körper*, *Präcipitat*, und eine Zersetzung t wird eine *Fällung*, *Niederschlagung*, *Präcipita-* nnt, und zwar, wenn die Absonderung des festen blofs eine Folge der durch Temperaturänderung ver-Cohäsion ist, wie schon oben bemerkt, eine *freiwil-lerschlagung* oder *Fällung* (*Praecipitatio spontanea*), dagegen durch Hinzutreten anderer wägbarer Stoffe lüssigkeit hervorgebracht wird, eine *erzwungene* oder *ederschlagung* oder *Fällung* (*Praecipitatio coacta*). ren Falle heifst der die Zersetzung bewirkende Kör-*Fällungsmittel* (*Praecipitans*). Sind die festen Zer-heile leichter, als die Flüssigkeit, so werden sie bis-s *Rahm* (*Cremor*) unterschieden, z. B. Talgsäure, Seifenlösung durch Salzsäure abgeschieden. Das Prä-nn sowohl ein Educt als ein Product seyn. Fällt Kalkwasser durch Weingeist den Kalk, so ist der lag ein Educt; fügt man zu Kalkwasser Kleesäure, r niederfallende kleesaure Kalk ein Product.

Atome des festen Zersetzungstheils vereinigen sich im ke ihrer Ausscheidung oder Bildung vermöge ihrer jedesmal zu gröfsern Massen, die jedoch je nach des festen Körpers und je nach der Zeit, innerhalb die Zersetzung erfolgt, eine verschiedene Gröfse und ützen, so dafs sich aus dem äufsern Ansehn des Nie-s einigermafsen auf seine chemische Natur schliefsen sind hierbei vorzüglich folgende Formen zu unter-, von welchen die zwei ersten als amorph, die übrigen llinisch zu betrachten sind. *Flockig;* Vereinigung zu lockern, fadigen Massen; Alaunerdehydrat, Eisenoxyd-d phosphorsaurer Kalk, die aus ihrer Auflösung in Säuren kalien gefällt werden. *Käsig;* die Massen sind hier ser, dichter, fester, aber ebenfalls unkrystallinisch; er, wie es aus einem aufgelösten Silbersalze durch gefällt wird, Kässtoff bei seiner Fällung aus der rch Säuren. *Pulverig;* die Atome sind nur zu klei-deutlich krystallinischen Massen vereinigt; schwefel-ryt, wie er aus einem aufgelösten Barytsalze durch säure erhalten wird; Silber, aus salpetersaurem Sil-durch Eisenvitriol gefällt. *Körnig;* Vereinigung zu rigen, deutlicher krystallinischen Massen; schwefel-

saures Kali, aus wässerigem kohlensaurem Kali durch Salzsäure gefällt. *Dendritisch;* Vereinigung zu größeren förmigen Massen, welche aus vielen einzelnen Krystal sammengesetzt sind. Hierher gehören die Metallbäume

V. Affinitätsgröſse.

Die Lehre von den Zersetzungen der chemisch bindungen nöthigt zu der Annahme, daſs die Affinit schen verschiedenen Stoffen verschieden groſs ist. Es auch diese verschiedenen Affinitätsgröſsen in einem ten Verhältnisse zu andern Naturkräften stehn. Wi sehn, daſs aus einer in der Wärme gesättigten Auflö Salpeters in Wasser ein Theil des Salpeters bei krystallisirt, sofern die in der Kälte zunehmende Coh Salpeters die Affinität des Wassers zu demselben b nem gewissen Puncte überwindet, und annehmen, beendigter Krystallisation sich die Cohäsion des Sal der Affinität des noch eine gewisse Menge Salpeter den Wassers ins Gleichgewicht gesetzt hat, so hieraus die Möglichkeit, diese Affinität des bei 0° ter gesättigten Wassers zu mehr Salpeter durch das auszudrücken. Es wäre nur zu untersuchen, welch hängte Gewicht bei 0° nöthig ist, um einen Salpet von einer bestimmten Dicke, z. B. von einem Quadr meter Durchschnittsfläche, zu zerreiſsen, und wenn sich daſs hierzu x Gramme Gewicht nöthig sind, so wü Affinität des bei 0° mit Salpeter gesättigten Wassers Salpeter durch das Gewicht von x Grammen ausgedrü den können. Ebenso lieſse sich die Affinität des Wa anderer Flüssigkeiten gegen viele andere feste Körper b stimmten Temperaturen durch das Gewicht ausdrücken, die Cohäsion immer bei derselben Durchschnittsfläche einem Quadratcentimeter) bestimmt werden müſste. es auf diese Weise gelänge, die chemische Kraft, mit w sich die verschiedenen Stoffe anziehn, durch das Ge auszudrücken und sie dadurch mit andern Naturkräften, Schwerkraft, Adhäsion und Cohäsion, vergleichbar zu m

---

1 S. Art. *Metallbaum.* Bd. VI. S. 1815.

ürde man die sogenannte *absolute Affinitätsgröfse* erhal- In gleichem Sinne schlugen Lavoisier und Laplace vor, verschiedenen Graden unter 0 eine Säure mit Eis zusam- zubringen, dann zu untersuchen, bei welchem Kältegrade bei welcher Verdünnung ihre auflösende Wirkung auf das aufhöre, und auf diese Weise die Affinität der Säure zum je nach ihrer verschiedenen Concentration, auf Thermo- grade zurück zu bringen; ebenso läfst sich auch mit Sal- und andern Stoffen einerseits und Eis andererseits ver- en.

Jedoch auf dem so eben angedeuteten Wege lassen sich nur die schwächsten und unwichtigsten Affinitäten Gewichte , durch die sie ausgedrückt werden können; alle nur bedeutende Affinitäten überwiegen in einem solchen die Cohäsion, dafs diese nie die innigern Verbindungen t und daher eine Vergleichung mit ihrer Kraft unmög- ist.

Bei der bis jetzt vorhandenen Unmöglichkeit, für die in- n Verbindungen die absolute Affinitätsgröfse zu bestim- , begnügt man sich vor der Hand mit der Auffindung der m *Affinitätsgröfse.* Hierunter versteht man das Ver- s der Affinitätsgröfsen gegen einander, ohne Rücksicht ndere Naturkräfte. Vielleicht gelangt man einst dahin, je- Affinitätsgröfse eine bestimmte relative Zahl beizulegen; t aber begnügt man sich fast blofs damit, auszumitteln, welcher Ordnung sich die Affinitäten verschiedener Stoffe einen bestimmten ihrer Stärke nach folgen, ohne aus- teln, um wie viel die eine Affinität gröfser ist, als die e, und selbst dieses unvollkommene Unternehmen ist höchst ierig und bis jetzt durchaus nicht genügend gelungen.

Vor allen Dingen ist hierbei die Frage aufzuwerfen, ob ffinität zwischen zwei Stoffen je nach der Temperatur hieden grofs ist. Man könnte einerseits vermuthen, dafs, ie die Wärme dadurch, dafs sie die homogenen Atome einander zu entfernen strebt, die Cohäsion schwächt, sie durch Entfernung der heterogenen Atome die Affinität gern könnte. Es scheint jedoch, dafs, so lange ihre ung nicht so weit geht, dafs sie mit dem einen Stoffe gasförmige Verbindung bildet, wodurch sie gleich einer n wägbaren Materie die Verbindung aufhebt, sie den

chemischen Zusammenhalt nicht schwächt, wahrscheinl
sie bei einer Verbindung von zwei wägbaren Stoffen
zusammengesetzten Atome von einander zu entferne
und nicht die einfachen Atome, die ein Zusammen
bilden. Auf der andern Seite könnte man aus mehr
scheinungen schliefsen, dafs erhöhte Temperatur die
steigert; so könnte man die Fälle, wo sich zwei St
in der Glühhitze vereinigen, davon ableiten, dafs
die Affinität vergröfsert oder gar erst hervorgebracht
In diesem Falle müfste aber die entstandene Verbin
der Kälte, womit die Affinität wieder abnähme oder
und andere Kräfte, wie die Cohäsion, das Uebergew
halten, wieder in ihre Bestandtheile zerfallen, z. B
der Glühhitze erzeugte Schwefelkohlenstoff in Kohlen
Schwefel. Dieses ist aber niemals der Fall, aufser so
sich bei loseren Verbindungen aus der durch Erkält
mehrten Cohäsion nach Obigem erklären läfst, und es
aus hervor, dafs die Affinität zwischen solchen Sto
in der Kälte vorhanden, dafs aber zur Aeufserung
eine höhere Temperatur erforderlich ist, diese also
eine allerdings nicht weiter erklärte Weise, die Verb
einleiten kann, nicht aber erst die Affinitäten herv
Vor der Hand ist also kein Grund zu der Annahme
den, dafs die Affinität zwischen zwei Stoffen je nach
peratur verschieden ist. Die Kälte kann lose Verbi
aufheben durch Vermehrung der Cohäsion eines Best
les, die Hitze kann Verbindungen aufheben, sofern di
Intensität gesteigerte Affinität der Wärme zu einem
theile, mit dem sie ein Gas bildet, ins Spiel kommt;
Affinität der wägbaren Stoffe gegen einander bleib
scheinlich bei jeder Temperatur dieselbe. Nur wenn
Berthollet'sche Gesetz über die doppelte Affinität nicht
Einflufs der Cohäsion, sondern daraus erklärt, dafs in
innigern Verbindungen entstehn und diese relativ di
löslichen sind, hätte man z. B. bei der reciproken
zwischen salzsaurem Natron und schwefelsaurer Bitter
zunehmen, dafs je nach der verschiedenen Tempe
Affinitätsgröfsen verschieden sind.

Es sind besonders folgende Methoden versucht
die relative Affinitätsgröfse zu bestimmen.

ı) *Man* schliefst aus dem Erfolge des Affinitätenconflictes ie verschiedene Affinitätsgröfse, indem man von dem satze ausgeht, dafs die Kräfte, welche eine Zersetzung ten, diejenigen überwiegen, wodurch die alten Verbin- zusammengehalten werden. Je nachdem man hierbei ntersucht, in welchen blofs wägbare Stoffe wirken, oder , in welchen zugleich die Wärme vermöge ihrer Affini- ig ist, ergeben sich folgende specielle Bestimmungs- .

rsetzungen, bei welchen blofs wägbare Stoffe in Betracht kommen.

) *Durch einfache Wahlverwandtschaft.* Wenn man , dafs die Verbindung AB durch C in AC und freies etzt wird, desgleichen die Verbindung AC durch D in d C u. s. w., so folgert man hieraus, dafs A zu D ste Affinität hat, dann zu C und die geringste zu B. n auf diese Weise A in Bezug auf alle die Stoffe , mit welchen A verbindbar ist. Setzt man dann in ei- belle A zu oberst und darunter alle mit A verbindbare in der Ordnung, wie ihre Affinität zu A abnimmt, so man die *Affinitätscolumne* von A. Werden dann auch einfache und zusammengesetzte Stoffe auf dieselbe Weise untersucht, so dafs jeder derselben eine eigene Columne und werden alle diese Columnen in eine gemeinschaft- Tafel zusammengetragen, so erhält man eine *Affini- belle* (*Tabula Affinitatum*). Den ersten, noch sehr un- mmenen Versuch dieser Art verdanken wir Geoffroy leltern; ihm folgten Gellert (Anfangsgründe der me- , Chemie 1750); Rüdiger (systemat. Unterricht der e 1756), Limbourg (Diss. sur les aff. chym. Liège , Marherr (Diss. de Affin. corpor. Vindob. 1762); urcy 1772; Demachy 1774; Erxleben (Anfangsgründe hemie 1775); Weigel (Grundr. der Chemie 1777); leb (Handb. d. allgem. Chemie 1781) und vorzüglich ian 1775. Einige Beispiele mögen diese Methode er- ı. Kohlensaurer Kalk bildet mit Salzsäure salzsauren und freie Kohlensäure; der salzsaure Kalk wird durch felsäure in schwefelsauren Kalk und freie Salzsäure

zersetzt; aus in Wasser gelöstem schwefelsaurem Kalk
Kleesäure kleesauren Kalk, während freie Schwefelsäu
Wasser bleibt. Hiernach folgen sich in der Columne des
kes diese vier Säuren in der Ordnung: Kleesäure, Schw
säure, Salzsäure, Kohlensäure. Aus in Wasser gelöster sch
felsaurer Alaunerde fällt das Ammoniak die Erde, schw
saures Ammoniak erzeugend; letzteres Salz wird durch
in schwefelsauren Kalk und freies Ammoniak zersetzt; der sch
felsaure Kalk zerfällt mit wässerigem Kali in schwefelsa
Kali und freien Kalk; endlich giebt schwefelsaures Kali,
Wasser gelöst, mit Barytwasser einen Niederschlag von sch
felsaurem Baryt, während freies Kali gelöst bleibt. Somit
den sich in der Columne der Schwefelsäure die hier betra
ten Basen in der Ordnung folgen: Baryt, Kali, Kalk, Am
niak, Alaunerde.

So einfach und sicher diese Methode auch scheint un
sehr sie geeignet ist, brauchbare Materialien zur Bestim
der relativen Affinitätsgröfse zu liefern, so ist sie doch
über alle Zweifel erhaben und erheischt bei ihrer Anwe
die gröfste Umsicht. Besonders verdient der Einflufs,
chen Cohäsion, Elasticität und Gegenwart anderer Stoffe,
des Auflösungsmittels, auf die Zersetzungserfolge aus
die sorgfältigste Berücksichtigung. Dafs z. B. die Klee
aus in Wasser gelöstem schwefelsaurem Kalk kleesauren
fällt, könnte daraus erklärt werden, dafs die Cohäsion
letztern Salzes gröfser ist, als die des erstern; vielleicht i
Affinität der Kleesäure zum Kalk ein wenig schwächer, a
der Schwefelsäure, aber die gröfsere Cohäsion des klees
Kalkes und vielleicht zugleich die gröfsere Affinität des
sers zur Schwefelsäure als zur Kleesäure geben den
schlag. Eine sichere Entscheidung hierüber ist vor der
nicht möglich. Auch wurde vermuthet, die Salzsäure
aus dem kohlensauren Kalk die Kohlensäure nicht w
gröfserer Affinität, sondern weil die Kohlensäure elast
ist, d. h. gröfsere Affinität zur Wärme besitzt, als die
säure. Doch ist dieser Zweifel durch den bei der Lehr
der reciproken Affinität angeführten Versuch beseitigt,
die Zersetzung auch im verschlossenen Raume unter
Drucke erfolgt, bei dem sich die abgeschiedene Kohle
zu einer tropfbaren Flüssigkeit verdichtet. Dagegen ist

igt worden, dafs z. B. die Boraxsäure in der Glühhitze efelsaures Natron zersetzt, während in der Kälte der umbrte Erfolg eintritt. Diese Beispiele zeigen, dafs es wichist, die Wirkung der Stoffe auf einander unter mannigabgeänderten Umständen zu prüfen und bei den Schlüs, welche man aus den Zersetzungen durch einfache Wahlwandtschaft hinsichtlich der Affinitätsgröfse zieht, nie die nnten Umstände unberücksichtigt zu lassen, welche, wie Lehre von der reciproken Affinität gezeigt wurde, den lg umkehren und der schwächern Affinität den Sieg eren können. Einen dieser Umstände, nämlich die verdene Temperatur, berücksichtigte bereits BERGMAN. Auf Tabelle werden die *Attractiones electivae via humida* und *sicca* unterschieden, je nachdem die Zersetzungen bei gelicher Temperatur oder in der Glühhitze vor sich gehn. e Unterscheidung ist freilich noch nicht erschöpfend, da schen bei verschiedenen Graden der Glühhitze oder einer peratur unterhalb der Glühhitze entgegengesetzte Erfolge een und z. B. das Kalium in der Rothglühhitze dem Eien Sauerstoff entzieht, während in der Weifsglühhitze das Eisen desselben bemächtigt. Zugleich wird durch e Unterscheidungen zugegeben, dafs die Affinitätstabellen t immer die Affinitätsgröfsen angeben, sondern blofs den tungserfolg unter gewissen Umständen, daher diese Tale von mehrern Chemikern *Fällungstafeln* oder richtiger *ungstafeln* genannt worden sind.

Die gröfste Schwierigkeit jedoch, durch einfache Wahlwandtschaft die Affinitätsgröfsen auszumitteln, liegt darin, dafs er Erfolg nicht immer in reiner Gestalt eintritt. Sehr häufig lt man beim Zusammenbringen von A B mit C nicht A C und B, dern A C und B C. Wenn man z. B., um zu erfahren, ob enik oder Schwefel eine gröfsere Affinität zum Sauerstoff , arsenige Säure mit Schwefel erhitzt, so entsteht zwar efflige Säure, aber das ausgeschiedene Arsenik bildet mit m andern Theile des Schwefels Schwefelarsenik. Man kann nicht folgern, dafs die Affinität des Schwefels zum Sauerf gröfser ist, als die des Arseniks, sondern blofs, dafs die Schwefels zum Sauerstoff + der des Schwefels zum Arsegröfser ist, als die des Arseniks zum Sauerstoff.

7) Durch doppelte Wahlverwandtschaft. GUYTON MORVEAU

nahm an, dafs, wenn sich zwei Salze wechselseitig z die Summe der beiden trennenden Affinitäten gröfser sey als die der beiden ruhenden, dafs z. B. bei der Zerset schwefelsauren Natrons durch salzsauren Baryt die Aff Schwefelsäure zum Baryt + der Affinität des Natrons säure gröfser seyn müsse, als die Affinität der Schw zum Natron + der Affinität des Baryts zur Salzsäure. tersuchte nun, welche Zersetzungen die Salze einig und Salzbasen mit einander zeigten, und versuchte, nitäten derselben solche Gröfsen beizulegen, dafs die nung dem Erfolge entsprach. So fand er durch Ta gende Zahlen:

	Schwefel-säure	Salpeter-säure	Salz-säure	Essig-säure
Baryt	66	62	36	28
Kali	62	58	32	26
Natron	58	50	31	25
Kalk	54	44	24	19
Ammoniak	46	38	21	20
Bittererde	50	40	22	17
Alaunerde	40	36	18	15

Nach dieser Tabelle mufs sich das schwefelsaure Natron salzsauren Baryt zersetzen, weil 66 + 31 (= 97) Sch. trägt, als 58 + 36 (= 94). Wenn übrigens auch di 66. len viele Zersetzungserfolge richtig voraussagen, so sich doch leicht zeigen, dafs sie unrichtig sind und gar nicht möglich ist, auf diese Weise richtige Zahlen den. In vielen Fällen sind sich die Summen gleic bei schwefelsaurem Kali und salpetersaurem Baryt (= 66 + 58); bei schwefelsaurem Kali und salzsaur (62 + 36 = 66 + 32). In andern ist sogar die Su ruhenden Affinitäten gröfser, als die der trennenden, die Berechnung mit der Erfahrung in directem Wid steht; z. B. salpetersaurer Baryt und schwefelsaure (62 + 58 > 66 + 50); salpetersaurer Baryt und felsaures Ammoniak (62 + 46 > 66 + 38); salpetersa ryt und schwefelsaurer Kalk (62 + 54 > 66 + 44); saurer Baryt und schwefelsaure Bittererde; salpetersau

ensaures Natron; schwefelsaure Bittererde und koh- Ammoniak u. s. w. Nicht blofs den Erfolgen der Affinität widersprechen nach den mitgetheilten Bei- iese Zahlen von Guyton Morveau, sondern auch r einfachen Wahlverwandtschaft. So ist nach ihm ät der Salpetersäure und Salzsäure zum Baryt gröfser, ali, da dieses doch aus salpeter- oder salzsaurem Ba- aryt ausscheidet; ferner ist die Affinität der Essig- Kalk nur zu 19 und die zum Ammoniak zu 20 la doch der Kalk dem Ammoniak die Essigsäure

dem, was über den Einflufs der Cohäsion auf die gen durch doppelte Affinitäten und über die recipro- itäten mitgetheilt wurde, ist leicht einzusehn, dafs vergeblich bemühn würde, die Zahlen von Guyton zu rectificiren und dadurch überall der Erfahrung n, da diese Zersetzungen nicht blofs von der Sum- ffinitätsgröfsen, sondern auch von der Cohäsion, der ur und den Lösungsmitteln abhängen und hiernach

etzungen, bei welchen die Affinität der Wärme mitwirkt.

Verbindungen wägbarer Stoffe werden durch höhere ur zersetzt, indem sich die Wärme mit dem einen eile zu einer elastischen Flüssigkeit vereinigt. Man der Wärme annehmen, dafs ihre Affinität gegen wäg- e mit der Menge, in der sie angehäuft ist, also mit eratur zunimmt, dafs daher eine um so gröfsere Tem- öhung nöthig ist, um die Verbindung eines fixeren t einem flüchtigeren zu zersetzen, je gröfser die Affi- chen beiden, und dafs daher aus der zur Zersetzung Temperatur die Affinitätsgröfse gefunden werden kann, och zugleich der Siedpunct des flüchtigern Bestand- Rechnung gebracht werden mufs. Der Schwefelkies t in mäfsiger Glühhitze, die etwa zu 500° anzu- ist, Schwefeldampf, bis Achtsiebentel-Schwefeleisen nun der Siedepunct des Schwefels bei 293° liegt, sich die Affinität des Achtsiebentel-Schwefeleisens

zum Schwefel mit der Zahl 500 — 293 = 207 ausdrü
Das Gold verliert allen seinen Schwefel schon bei g
ger Hitze und dessen Affinität zum Schwefel ist u
viele Grade geringer; die meisten übrigen Schwefelm
verlieren den Schwefel nicht, und dieses beweist, da
Zahl, durch welche die Affinität des Schwefels zu diesen M
tallen auszudrücken wäre, mehr beträgt, als diejenige, w
che man durch Subtraction der 293° (Siedpunct des Sch
fels) von dem Temperaturgrade erhält, welchem die Sch
felmetalle ohne Zersetzung ausgesetzt wurden. Ebenso w
de die Affinität des Iods, Broms und Chlors gegen die e
nigen Metalle, von welchen sie durch Erhitzung gesch
den werden können, zu bestimmen seyn, da der Siedp
des Iods und Broms bekannt ist und der des Chlors aus
Spannung, die es im liquiden Zustande bei verschiedener Te
peratur zeigt, annähernd berechnet werden könnte. Ebe
liefse sich die des Quecksilbers und Arseniks zu einigen
ren Metallen und die des Ammoniaks zu verschiedenen S
ren und der Kohlensäuren zu manchen Salzbasen bestimm
Das Ammoniak wird aus seiner Verbindung mit Boraxs
durch geringere Glühhitze völlig ausgetrieben, als aus sei
Verbindung mit Phosphorsäure, zu der es auch nach and
Beobachtungen eine gröfsere Affinität hat. Die meisten Salzb
verlieren die Kohlensäure schon bei schwacher Glühhitze, der K
bei stärkerer, der Strontian bei noch stärkerer, der Baryt im sc
sten Essenfeuer, das Kali und Natron gar nicht. Hiernach m
sen letztere zwei Basen die gröfste Affinität gegen die Kohlens
besitzen, und die Erfahrung, dafs ihnen Kalk, Strontian
Baryt bei hinreichender Wassermenge die Kohlensäure e
ziehn, mufs aus der Gegenwart des Wassers und dessen g
fserer Affinität zum ätzenden Kali und Natron zu erklä
seyn, nach dem, was bei der Lehre von der reciproken Affi
tät über Kali und Kalk ausführlicher bemerkt wurde.
endlich auch mehrere Sauerstoffverbindungen, wie Chroms
Manganhyperoxyd, Antimonsäure, Arseniksäure und die Ox
der edeln Metalle bei höherer Temperatur ihren Sauers
theilweise oder gänzlich entwickeln und die Verbindu
des Wasserstoffs mit Kohlenstoff, Phosphor und Schw
und die des Stickstoffs mit Chlor und Iod bei verschi
starker Erwärmung zersetzt werden, so läfst sich die Af

in diesen Verbindungen wenigstens vergleichungs- stimmen, nur dafs, weil der Siedpunct des Sauer-, und Stickstoffs unbekannt ist, keine bestimmten Zah- ttelt werden können.

Man sucht aus der Adhäsionsgröfse die relative Affi- fse zu bestimmen.

:TON MORVEAU betrachtete die Adhäsion als eine an- Affinität; die heterogenen Stoffe ziehen sich zuerst en an, bevor sie, in ihre Atome zertheilt, chemische ungen bilden. Hiernach mufs die Adhäsionsgröfse zur sgröfse in einem geraden Verhältnisse stehn und durch ung der erstern auch die letztere gefunden werden MORVEAU hängte eine Scheibe von einem Zoll Durch- bald aus diesem, bald aus jenem Metall bestehend, an die te des Waagbalkens, brachte ihn durch auf die entge- zte Waagschale gelegte Gewichte ins Gleichgewicht, der Scheibe ein mit Quecksilber gefülltes Gefäfs, so e untere Fläche damit genau in Berührung kam, und hte, wie viel Gewicht weiter in die Waagschale gelegt mufste, um die Scheibe vom Quecksilber zu trennen. er, dafs bei den von ihm untersuchten Metallen fol- Gewichte erforderlich waren: Gold 446 Gran, Silber nn 418, Blei 397, Wismuth 372, Zink 204, Kupfer ntimon 126, Eisen 115, Kobalt 8 Gran. Beinahe ganz eser Ordnung verbinden sich diese Metalle verschie- ht mit dem Quecksilber und sonach scheint der Ver- iger Ansicht zu entsprechen.

loch ist Folgendes dagegen zu bemerken. Dafs Adhä- und Affinitätsgröfse in einem geraden Verhältnisse [illegible] stehn, ist zwar möglich, aber vor der Hand nicht i. Manche Erfahrungen möchten sogar dieser Annahme rechen; so ist die Affinität des Quecksilbers [illegible] l viel gröfser, als zu jenen Metallen, und [illegible] ine Schwefelplatte eines geringern Gewichts [illegible] Metalle, um vom Quecksilber getrennt [illegible] ich ferner das Gold mit dem Quecksilber [illegible] rbindet, als etwa das Zink, so folgt [illegible] e Affinität zum Golde gröfser ist. [illegible] ung dieser Affinitätsgröfsen hätte [illegible] her Temperatur die Metalle [illegible]

Diese von der Affinitätsgröfse unabhängige gröfsere Lei-
keit, sich zu verbinden, bewirkt ferner, dafs das Go
schnell amalgamirt, d. h. mit einer dünnen Schicht von
amalgam überzieht, welches in einer innigern Berühr
dem Quecksilber steht, als eine nicht amalgamirte
fläche, und dadurch die Trennung erschwert. Ueberhaup
durch dieses Verfahren nicht einmal die Adhäsionsgrö
funden. Das zur Trennung nöthige Gewicht drückt nic
Kraft aus, mit welcher das Gold, sondern diejenige, mit
cher das Goldamalgam an dem Quecksilber haftet, und
dieses nur unvollständig; denn am Amalgam bleibt bei der T
nung Quecksilber hängen, es wird somit das Quecksilber
zerrissen und also vorzüglich seine Cohäsion hierbei g
den. Sofern bei den übrigen Metallen die Bildung des
gams unvollständiger vor sich geht und daher das Que
ber weniger anhängt und weniger zerrissen wird, si
ihnen geringere Gewichte nöthig. Wäre es endlich ab
erwiesen, dafs die Adhäsions- und die Affinitätsgrö
chen Schritt halten, so würde letztere durch erstere do
wohl gefunden werden können, weil erstere bei Stoffen
che sich bei der Berührung sogleich verbinden, gar nic
messen werden kann.

c) Man berechnet die Affinitätsgröfse aus der Zeit, in
cher die Verbindung erfolgt.

Da die Zeit, in welcher sich die Stoffe verbinden,
Theil auch von der Gröfse ihrer Affinität abhängt (III.
so könnte man, wenn hierauf nicht andere Umstände,
specifisches Gewicht, Cohäsion und Elasticität, noch vi
deutender einflössen, aus der Schnelligkeit, mit welcher
Verbindung gebildet wird, auf die Gröfse der dieselbe be
kenden Affinität schliefsen. So setzte Wenzel[1] Metallcy
der von gleicher Höhe und gleichem Durchmesser, die
all mit Ausnahme einer Grundfläche mit einem Lack ü
zogen waren, der Wirkung verschiedener Säuren bei glei
Temperatur und gleich lange Zeit aus und schlofs aus
Menge des aufgelösten Metalls auf die Affinitätsgröfse. Di
Versuche können jedoch schon deshalb nichts beweisen,

---

1 Von der Verwandtschaft. S. 28.

Auflösung der Metalle in Säuren verschiedene Affini- gleich ins Spiel kommen, z. B. die Affinität des Me- n Sauerstoff, der theils der Säure, theils dem Wasser werden mufs, des Metalloxyds zur Säure und des zes zum Wasser, weil Wenzel je nach der Be- heit des Metalls bald concentrirtere, bald verdünntere wendete, und weil eine gleich grofse Fläche verschie- etalle je nach ihrem Atomgewichte und ihrer Dichtig- e verschieden grofse Zahl von Atomen dem Auflö- tel darbietet. Aber auch Versuche, mit Beseitigung ebelstände angestellt, würden zu nichts führen, weil ufs der Cohäsion und des specifischen Gewichtes nicht Rechnung gebracht werden kann.

Die Affinitätsgröfse wird aus der Menge bestimmt, in sich die Stoffe vereinigen.

rthollet stellte folgende Hypothese auf: je weniger em Stoff B nöthig ist, um den Stoff A zu neutralisi- o seine entgegengesetzten Eigenschaften auszugleichen, tgegengesetzter mufs der Stoff B dem Stoff A und de- er mufs auch ihre gegenseitige Affinität seyn. Wenn ne bestimmte Menge der Säure A schon durch einen er Salzbase B neutralisirt wird, dagegen zwei Theile s C und drei der Basis D zur Neutralisation bedarf, so sich die Affinitäten von A zu B, C und D $=3:1\frac{1}{2}:1$; Affinitätsgröfse steht in umgekehrtem Verhältnisse mit Neutralisation erforderlichen Menge der Basis. Eben- e es sich mit der Affinität einer Salzbase gegen ver- e Säuren verhalten; diejenige Säure, von welcher die Menge zur Neutralisation der Basis hinreicht, hätte n Säuren die gröfste Affinität gegen die Basis. Diese widerstreitet allerdings den aus den Zersetzungen durch Wahlverwandtschaft gezogenen Schlüssen, wie die n zwei Columnen zeigen. In der der Schwefel- d einige Salzbasen und in der des Kalks einige Säu- er Ordnung unter einander gestellt, in welcher nach lgen der einfachen Wahlverwandtschaft ihre Affinität

40 Theile Schwefelsäure nehmen auf:	28,5 Theile Kalk nehmen auf:
76,6 Baryt	40,0 Schwefelsäure
52,0 Strontian	54,0 Salpetersäure
47,2 Kali	36,4 Salzsäure
31,2 Natron	127,0 Hydriodsäure
28,5 Kalk	32 schweflige Säure
20,7 Bittererde	22 Kohlensäure
17 Ammoniak	

Diese Widersprüche sucht Berthollet aus dem Einflusse Cohäsion und der Elektricität auf den Zersetzungserfolg zu klären. Nach ihm muſs das Ammoniak gegen die Schwe säure die gröſste Affinität haben, weil schon 17 Theile de selben zum Neutralisiren von 40 Theilen Schwefelsäure hin chen, während von den übrigen Basen mehr nöthig ist. De noch wird es von diesen aus seiner Verbindung mit Schwefelsäure getrieben, weil es sich vermöge seiner Elasti tät oder Neigung, sich mit der Wärme zu einem Gase zu v binden, allmälig in Gasgestalt entwickelt und so aus der Wi kungssphäre tritt, wie dieses unten bei Darlegung der Be thollet'schen Theorie genauer auseinandergesetzt werden soll.

Daſs der Baryt und Strontian den übrigen Salzbasen d Schwefelsäure entziehn, wiewohl ihre Affinität zu dieser na Berthollet's Ansicht geringer seyn muſs, erklärt er aus d groſsen Cohäsion des schwefelsauren Baryts und Strontians a die ebenfalls unten genauer zu entwickelnde Weise. Da ferner der Kalk seine Schwefelsäure an das Kali abtritt, wi wohl er nach Berthollet's Ansicht eine gröſsere Affinität ihr haben muſs und wiewohl der schwefelsaure Kalk vi weniger löslich, also viel cohärenter ist, als das schwefelsa Kali, erklärt Berthollet aus der noch geringern Löslichk oder noch gröſseren Cohäsion des sich ausscheidenden Kalk und ebenso ist nach ihm die groſse Cohäsion der Bittere der Grund, warum sie ungeachtet ihrer gröſsern Affinität dur die über ihr befindlichen Salzbasen von der Schwefelsäure g schieden wird. Je weniger elastisch und je weniger cohär eine Basis und je cohärenter ihr Salz, desto eher bemächt sie sich nach Berthollet der Säure, und umgekehrt, je el stischer oder cohärenter eine Basis und je weniger cohäre

z, desto leichter wird sie abgeschieden, welche Affi-
n der Säure sie auch besitze.

enso hat man nach Berthollet in der Columne des
die den Affinitätsgröfsen nicht entsprechenden Zer-
serfolge aus dem Einflusse der Cohäsion und Elasti-
erklären. Die Affinität der Kohlensäure zum Kalk
öfser seyn, als die der übrigen Säuren, weil der Kalk
am wenigsten bedarf. Dafs sie dennoch von den übri-
der Columne aufgeführten Säuren aus dem kohlensau-
lk ausgetrieben wird, ist von ihrer grofsen Elastici-
uleiten. Dafs jedoch diese Erklärung unrichtig ist,
sich aus dem eben erzählten Versuche, nach welchem
lensäure auch im verschlossenen Raume, wo sie tropf-
estalt annimmt, durch die Salzsäure ausgetrieben wird.
ferner die schweflige Säure viel weniger elastisch, als
zsäure; sie bildet mit Kalk ein viel weniger lösliches
als diese; ihre Affinität zum Kalk mufs nach der Ber-
'schen Ansicht gröfser seyn; dennoch wird der schwef-
e Kalk durch die Salzsäure zersetzt.

erthollet hat, um seine Hypothese mit der Erfahrung
öhnen, der Cohäsion und Elasticität einen unverhält-
äsigen Einflufs auf die Zersetzungserfolge eingeräumt.
die von der Elasticität entnommenen Erklärungen falsch
hat Vorstehendes gezeigt; schwieriger läfst sich bewei-
dafs auch die Cohäsion keine so wichtige Rolle spielt.
oben (IV. 1. c) gezeigt worden, dafs nur sehr lose Ver-
ngen, wie die Auflösungen von Salzen in Wasser, durch
ung, welche die Cohäsion vermehrt, theilweise aufgeho-
erden können, während sich aus den innigern Verbin-
n selbst der cohärentesten Stoffe, wie aus Kohlenoxyd,
licium, Chlortitan, schwefelsaurer Alaunerde u. s. w. in
o grofser Kälte niemals etwas ausscheidet. Dieses be-
dafs die Cohäsion in Vergleich mit solchen gröfsern
ten kaum in Betracht kommt und daher da, wo diese
, nur dann etwa den Ausschlag geben kann, wenn sie
wie bei den doppelten Affinitäten, ungefähr das Gleich-
t halten. Allerdings ist es sehr beachtungswerth, dafs
eim Zusammentreffen einer Säure mit zwei Salzbasen
die minder löslichen Stoffe erhalten werden. Ist ein

Salz der minder lösliche, so entsteht dieses; ist es eine basis, so scheidet sich diese ab. So entzieht in obige[n] [...]mne der Schwefelsäure, der Baryt dieselbe dem Str[ontian,] dieser dem Kali, dieses dem Natron, wo immer die [...] Basen schwieriger lösliche Salze bilden, als die letztere[n.] Baryt für sich ist leichter in Wasser löslich, als der Stro[ntian,] und bildet doch mit Schwefelsäure ein minder lösliches S[alz;] dasselbe Verhältnifs zeigt sich zwischen Kali und Natron. [Ist] nun die Cohäsion die Ursache des Zersetzungserfolges, [wie] Berthollet will, oder ist sie nicht vielmehr erst die F[olge] der gröfsern Affinität? Letztere Ansicht möchte den Vo[rzug] verdienen. Eben weil die Affinität der Schwefelsäure [zum] Baryt gröfser ist, als zum Strontian, also eine innigere Ve[rbin]dung mit ihm erzeugt, in welcher das Verbindungsbestr[eben] beider Stoffe am meisten befriedigt ist, besitzt dieselbe noch eine geringere Affinität zum Wasser. Es entsteh[en bei] diesen Zersetzungen nicht deshalb die minder löslichen S[alze,] weil ihre gröfsere Cohäsion ihre Bildung vorzugsweise be[gün]stigt, sondern weil die stärkeren Affinitäten realisirt we[rden,] und diese die relativ minder löslichen Verbindungen erze[ugen.] Dafs endlich der Kalk durch das Natron und die Bitte[rerde] durch den Kalk von der Schwefelsäure abgeschieden wir[d, ist] nach dieser Ansicht nicht die Folge der gröfsern Cohä[sion] des Kalkes und der noch gröfsern der Bittererde, sonder[n] Folge davon, dafs die Löslichkeit der Basen in Wasser [und] ihre Affinität zu demselben ungefähr in derselben Ord[nung] abnimmt, wie ihre Affinität zu den Säuren. Wäre die [Co]häsion von so grofser Wichtigkeit bei den Zersetzungen, [so] dürfte, wie bemerkt, der schwefligsaure Kalk nicht durch Salzsäure zersetzt werden, und letztere Säure dürfte den [koh]lensauren Kalk nicht bei einem äufsern Drucke zersetzen, [bei] welchem die Kohlensäure liquid wird.

Ganz oder theilweise entgegengesetzt von Bertholl[et's] Gesetz über die Affinitätsgröfse sind die Gesetze, w[elche] Bergman und Kirwan aus ihren unvollkommenen U[nter]suchungen über das Verhältnifs, nach welchem sich die [Säu]ren mit den Salzbasen verbinden, abgeleitet haben. B[erg]man schlofs aus seinen Versuchen: 1) Die Affinität einer [Säure] ist am gröfsten gegen diejenige Basis, von welcher die [Säure] am meisten aufnimmt. In dieser Ordnung folgen sich allen

Basen, die in der Columne der Schwefelsäure auf-
nd. 2) Ebenso hat nach BERGMAN eine Basis ge-
nige Säure die gröſste Affinität, von welcher die
enge zur Neutralisation der Basis erforderlich ist.
Gesetze entspricht die oben gegebene Columne des
Ausnahme der Hydriodsäure und Schwefelsäure, aber
r BERGMAN nicht bekannt und seine Versuche ga-
Menge der Schwefelsäure gröſser an, daher ihm diese
nicht bemerklich wurde.

WAN stimmte zufolge den von ihm unternommenen
der Salze im ersten Gesetze mit BERGMAN überein,
die Affinität einer Basis gegen verschiedene Säuren
umgekehrt das Gesetz auf, eine Basis habe gegen
Säure die gröſste Affinität, von welcher sie am we-
ufnehme.

diese Gesetze jedoch konnten nur dadurch einen
n Gültigkeit erhalten, daſs nur einige wenige Säu-
Salzbasen in dieser Beziehung geprüft wurden, und
eine ungenaue Weise; vor der heutigen Chemie kön-
icht mehr bestehn. So wie man die jetzt genauer
Mengenverhältnisse annimmt und in die Spalte
efelsäure noch das Lithon nebst verschiedenen Erden
eren Metalloxyden und in die des Kalkes noch
ndere Säuren setzt, so zeigt es sich deutlich, daſs
eser Gesetze richtig seyn kann. Auch wissen wir
das Verhältniſs, nach welchem sich die Stoffe ver-
von ihrem Atomgewicht abhängt. Würde durch die-
tniſs zugleich die Affinitätsgröſse bestimmt, so müſste
dem Atomgewichte in einem einfachen geraden oder
en Verhältnisse stehn. Wäre z. B. BERTHOLLET's Ge-
g, so müſste die Affinität des Wasserstoffs zu allen
toffen die gröſste seyn, da er das kleinste Atomge-
und also in der kleinsten Menge hinreicht, andere
sättigen, und die des Iods müſste viel geringer seyn,
r meisten übrigen Stoffe, z. B. als die des Schwefels,
heile Iod zur Sättigung einer Menge von Metall nö-
welche schon durch 16 Theile Schwefel gesättigt
rend doch das Iod, wiewohl es flüchtiger ist, als der
die Schwefelmetalle zersetzt.

Vorstehendem ergiebt sich, daſs die einzige, einiger-

machen genügende Weise, die relative Affinitätsgröße finden, auf den Zersetzungen durch einfache Wahlverwandtschaft, sowohl mittelst wägbarer Stoffe, als mittelst der ..., beruht, dafs jedoch die gesammelten Erfahrungen der ...fältigsten Prüfung bedürfen, und dafs man noch weit entfernt ist, die jeder Affinitätsgröfse zukommende Z... kennen, ja dafs selbst die Ordnung, in welcher sich die ... in ihren Affinitäten folgen, durchaus noch nicht mit S...heit ausgemittelt ist. Es lassen sich jedoch aus den b...ten Thatsachen folgende allgemeine Gesetze über die A...tätsgröfse ableiten.

1) *Bei denselben zwei Stoffen.* Wenn A nach ver...denen Verhältnissen mit B verbindbar ist, so bindet ... erste Menge von B mit gröfserer Kraft, als die zweite, ... mit gröfserer, als die dritte u. s. f. Dieses in der N... Sache begründete Gesetz leidet keine Ausnahme. Einige ...spiele mögen es erläutern. 1 Atom Kohlenstoff bildet ... Atom Sauerstoff das Kohlenoxyd, mit 2 die Kohlen... Leitet man ein Gemenge von kohlensaurem Gas und ...schüssigem Wasserstoffgas durch eine glühende Röhre, so ...zieht der Wasserstoff unter Wasserbildung immer blofs 1 ... Sauerstoff, das andere bleibt vermöge überwiegender Af... des Kohlenstoffs mit diesem zu Kohlenoxyd verbunden. ... braune Bleioxyd (PbO^2) wird in ganz dunkler Rothglü... unter Sauerstoffgasentwickelung zu Mennige (Pb^3O^4)... stärkerer Glühhitze schmilzt diese Mennige unter neuem ...stoffverlust zu gelbem Bleioxyd (PbO) zusammen; die... doch verliert sein eines Atom Sauerstoff auch in der stä... Hitze nicht, sondern verdampft als Ganzes.

Es giebt einige scheinbare Ausnahmen von diesem ...setze; z. B. die Salpetersäure (NO^5) tritt an manche Stoffe ... Sauerstoff nicht so leicht ab, wie die sauerstoffärmere U... salpetersäure (NO^4). Man kennt jedoch die Salpeter... eben wegen der geringen Affinität des Stickstoffs zum f... Atom Sauerstoff, nicht für sich, sondern blofs in Verbi... mit Wasser oder Salzbasen. In der wässerigen Salpete... widersetzt sich die Affinität des Wassers zur Säure bis ... nem gewissen Puncte der Uebertragung ihres Sauersto... andere Stoffe. So ist auch das überchlorsaure Kali (KO+...

r leicht durch Hitze und andere brennbare Stoffe zer-
, als das chlorsaure ($KO + ClO^5$), wiewohl es 2 Ato-
erstoff mehr enthält. Allein die Ueberchlorsäure ist
egen dieses gröſsern Sauerstoffgehalts eine stärkere
ls die Chlorsäure, und die gröſsere Affinität des Kali's
ie erstere erschwert daher ihre Zersetzung. Ferner ent-
ehrere brennbare Körper, wie Phosphor, dem Stick-
(NO) bei niedrigerer Temperatur seinen Sauerstoff, als
ckoxyd (NO^2). Diese Anomalie ist von den Hinder-
abzuleiten, welche der gasförmige Zustand in verschie-
Grade der chemischen Einwirkung entgegensetzt, wie
Bedingungen zur Bildung einer chemischen Verbin-
III. 1. D) auseinandergesetzt wurde. Die entgegenge-
rfahrung, daſs Stickoxyd durch schwefligsaure Alkalien
ige andere Stoffe seines zweiten Atoms Sauerstoff be-
nd in Stickoxydul verwandelt wird, welches durch sie
weitere Veränderung erleidet, beweist die Richtigkeit
setzes.

Bei verschiedenen Stoffen. a) Einfache Stoffe zeigen
rksten Affinitäten gegen einander, z. B. Sauerstoff, Chlor,
Iod u. s. w. gegen die meisten übrigen. Hierauf fol-
e Verbindungen der ersten Ordnung, z. B. Säuren und
en. Viel schwächer sind die Affinitäten der Verbin-
n der zweiten Ordnung, namentlich der Salze, gegen
r, und so nehmen die Affinitäten bis zum Verschwin-
. Im Verhältniſs, als die Affinitäten der Elemente durch
dungen derselben befriedigt werden, hört ihr Bestreben,
weitere Verbindungen einzugehn, endlich auf.

) Je entgegengesetzter sich die Stoffe in ihren physika-
n Eigenschaften sind, desto gröſser ist im Ganzen ihre
tät. So haben die Metalle, als sich ähnliche Körper,
es eine geringe Affinität gegen einander, dagegen eine
gegen Sauerstoff, Chlor, Brom, Iod, Schwefel und an-
icht metallische Stoffe; ebenso haben die Säuren unter
der und die Salzbasen unter einander geringe Affinität,
en die Säuren zu den Salzbasen sehr groſse.

VI. Ursache und Wesen der Affinitä erscheinungen.

Was ist die Ursache der chemischen Verbindunge Trennungen; welche Veränderungen gehn hierbei im In sten der Materien vor sich? Diese Frage ist die am ti in das Wesen der Materien eindringende, aber auch die sch rigste in der ganzen Chemie. Die zur Beantwortung d ben aufgestellten Hypothesen zerfallen in die atomisti und die dynamischen.

1) Atomistische Hypothesen.

Man nimmt in der *atomistischen* oder *Corpusculart* an, dafs die Materie etwas Ursprüngliches ist, und dafs selbe gewisse sehr kleine Theile, die *Atome, Molecül*, *tikeln, Massentheile,* bildet, die sich nicht dicht an ei legen, sondern so, dafs Zwischenräume, *Poren*, bleib her ein Stück Glas, Metall und andere Körper, wel dem Auge völlig zusammenhängend darstellen, nicht d der Materie gleichförmig erfüllt, sondern als ein Aggreg Atomen und leeren Räumen zu betrachten sind. Bei de mischen Verbindung lagern sich die Atome der hetero Materien dicht an einander, ohne sich zu durchdringe tritt nur eine *Nebeneinanderlagerung*, *Juxtaposition*, ei das Aggregat der so gebildeten zusammengesetzten zwischen denen sich wiederum Poren befinden, stellt si die neue Verbindung dar. Je nach der Kraft, die zu genommen wird, um die Aneinanderlagerung der hetero Atome zu erklären, ist die ältere und die neuere Atom zu unterscheiden.

a) Aeltere Atomenlehre.

Den Atomen wird keine Anziehungskraft beigelegt, dern eine von Ewigkeit her bestehende Bewegung, ver deren sie, wegen ihrer Kleinheit unsichtbar, durch den raum fallen, jedoch nicht in ganz paralleler Richtung, so d sich zum Theil begegnen und zu gröfseren Massen, wi Erde und anderen Himmelskörpern, zusammenhäufen. nigen Atome, welche fortfahren, sich einzeln zu bewege

die Körper der Erde treffen, fallen theils ohne Wir- durch deren Poren hindurch, theils treffen sie auf die der Körper und treiben sie sowohl gegen die Erde, gen einander, wodurch sie die Erscheinungen der Schwer- Cohäsion, Adhäsion und Affinität bewirken. Diese wurde durch Leucipp, Demokrit, Epikur, Lucrez Lesage immer mehr entwickelt[1].

b) Neuere Atomenlehre.

Man nimmt an, dafs den Atomen selbst Kräfte innewoh- welche ihre wechselseitige Anziehung, wie sie sich als rkraft, Cohäsion, Adhäsion und Affinität äufsert, be- n.

1) *Beschaffenheit der Atome.* Die Atome sind nicht un- kleine Theile im mathematischen Sinne, sondern be- immer noch, so höchst klein sie auch seyn mögen, ein mtes Gewicht, eine bestimmte Gröfse und eine be- te Form. Sie sind insofern untheilbar, als sie sich durch ische und andere Kräfte nicht in noch kleinere Theile n lassen. Dafs diese Atome äufserst klein und einzeln für unsere möglichst geschärften Sinne nicht mehr er- r seyn müssen, ergiebt sich aus folgender Betrachtung rring's[2]. Es läfst sich durch mikroskopische Untersu- n organischer Theile bei einigen direct nachweisen, s nur $\frac{1}{16000}$ Linie, und bei andern indirect, dafs sie r als $\frac{1}{6000000}$ Linie im Durchmesser haben. Diese müssen nun noch aus mehreren Atomen organischer z zusammengefügt seyn und jedes Atom dieser orga- Substanz besteht aus mehreren Atomen Kohlenstoff, stoff, Sauerstoff und oft auch Stickstoff. Die Gröfse inzelnen Atoms mufs hiernach sehr gering seyn; immer leibt es eine bestimmte. Gröfse und Gewicht sind bei tomen desselben Stoffes dieselben, dagegen bei denen iedener Stoffe häufig verschieden. Doch haben die Ato- mtlicher Stoffe dieselbe Dichtigkeit, und wenn sie sich nder lagern könnten, ohne Zwischenräume zwischen lassen, so würden alle Stoffe dasselbe specifische Ge-

1 S. Art. *Materie.* Bd. VI. S. 1395.
2 Poggendorff's Ann. XXIV. 85.

wicht zeigen, ähnlich das der Atome. Bei der Ver der Atome zu größsern Massen bleiben jedoch betr Poren, welche mit der Wärme, dem Princip der E erfüllt sind. Bei der Zusammendrückung und Ausdeh nes Körpers erleiden die Atome keine Verdichtung o dehnung; nur die Poren werden verengt oder erweit

Ueber die *Form der Atome* herrschen zwei A Nach der einen haben die Atome die Form der Bru welche man erhält, wenn man einen krystallisirten nach seinen Blätterdurchgängen spaltet. Antimon, we rallel mit den Flächen eines spitzen Rhomboeders sp zerfällt bei der Theilung in immer kleinere ähnlich boeder, und denkt man sich die Spaltung so weit fo als sie immer möglich ist, so würden die kleinsten tenen Rhomboeder die Atome des Antimons selbst se Diamant, welcher in regelmäfsigen Oktaedern krystall parallel mit dessen Flächen spaltbar ist, zerfällt bei sten Spaltung in sechs regelmäfsige Oktaeder und gelmäfsige Tetraeder; die Oktaeder zerfallen bei je Spaltung wieder auf dieselbe Weise; ein jedes Tet in vier kleinere Tetraeder und ein Oktaeder spaltbar. daher den Atomen des Diamants entweder die Form traeders oder des Oktaeders zuzuschreiben. Bei kry Stoffen, die nach den Flächen des Würfels spaltbar den die Atome Würfelgestalt besitzen, und bei den Flächen einer regelmäfsigen sechsseitigen Säule thei Gestalt einer regelmäfsigen dreiseitigen Säule. N Ansicht hätten die Atome entweder die Gestalt ei lelepipedons (Rhomboeder, Würfel, quadratische, rec und rhombische Säule), oder einer dreiseitigen S eines bald regelmäfsigen, bald unregelmäfsigen Okt Tetraeders. Diese Ansicht erklärt allerdings am lei *Krystallform* und *Blätterdurchgänge* einfacher St jedoch bei ihrer Anwendung auf die Krystallform d dungen auf grofse Schwierigkeiten. Die Atome des z. B. haben nach dieser Ansicht die Form entwede gelmäfsigen Oktaeders, oder eines regelmäfsigen Tet des Schwefels entweder die eines rhombischen Okt eines unregelmäfsigen Tetraeders. Aus der Verb 1 Atom Wismuth und 1 Atom Schwefel entspring

glanz, dessen Durchgänge der Flächen einer geraden rhom- Säule entsprechen und dessen zusammengesetzte Ato- ich diese Form haben müfsten. Es fragt sich hier, wie Zusammenfügung von einem regelmäfsigen und einem mäfsigen Oktaeder oder Tetraeder ein zusammengesetz- von der Form einer rhombischen Säule gebildet wer- n? Ueberhaupt müssen nach dieser Ansicht die mei- zusammengesetzten Atome eine ganz complicirte Gestalt n, wie sie aus der Verbindung der verschieden geform- nd verschieden grofsen einfachen Atome hervorgehn. Auch spricht dieser Ansicht der Dimorphismus der einfachen ; bei dem in schiefen rhombischen Säulen krystallisirten efel müfste eine andere Form des Schwefelatoms ange- n werden, als bei dem in rhombischen Oktaedern kry- rten.

ahrscheinlicher ist daher die zweite Ansicht, die zuerst von ENBORG aufgestellt worden zu seyn scheint, dann aber von EZ[1] bestimmter erörtert worden ist. Nach dieser besitzen infache Atome Kugelgestalt; erst indem sie sich nach einer iedenen Zahl und unter verschiedenen Winkeln an ein- lagern, entstehn Aggregate, die eine der oben genann- estalten besitzen und die man als *Krystallmolecüle* be- en kann. So können vier Kugeln unten und vier senk- darüber einen Würfel bilden; ebenso drei Schichten von ins Quadrat gelegten Kugeln über einander; bei einer Zahl von Schichten über einander würde eine qua- e Säule entstehn; lägen zwei oder mehr Schichten von , 8, 12 oder mehr Kugeln, die ein Rechteck bilden, einander, so entstände eine rectanguläre Säule; 3mal 9 4mal 16 Kugeln über einander, und zwar nicht senk- , sondern unter einem schiefen Winkel, könnten ein boeder bilden; drei Kugeln unten und eine darüber ein eder; drei Kugeln unten und drei darüber eine dreiseitige u. s. f. Diese beim Krystallisiren eines Stoffs zuerst sich nden Krystallmolecüle fügen sich dann, indem sie sich gsweise mit ihren Flächen anziehn, zu gröfseren Kry- assen zusammen, welche nach den Richtungen, nach en die Zusammenfügung geschah, am leichtesten trennbar

---

[1] Ann. de Chim. T. XC. p. 43.

sind und so die Blätterdurchgänge zeigen. Bei dieser An- bleibt es allerdings vor der Hand unerklärt, warum sich Kugeln der Stoffe je nach ihrer Natur in einer verschie- Zahl und unter verschiedenen, bei demselben Stoffe co- bleibenden Winkeln zu bald diesem, bald jenem Kryst- lecül vereinigen. Dafür gewährt sie am meisten Aufs- über den *Amorphismus* und den *Dimorphismus.* Beim A- phismus wäre nämlich anzunehmen, dafs sich wegen Flusses oder zu raschen Ueberganges eines Stoffs in den ren Zustand die Atomkugeln nicht erst zu solchen Kry- molecülen vereinigen, sondern dafs jedes Atom von jedem dern in gleicher Entfernung bleibt, daher weder Blätterd- gang, noch Krystallform; beim Dimorphismus, dafs sich Atome je nach den Umständen in verschiedener Zahl und verschiedenen Richtungen zu Krystallmolecülen von vers- dener Gestalt vereinigen, die denn auch bei ihrer Anein- lagerung Krystalle von verschiedener Form und versch- nem Blätterdurchgange liefern müssen. Auch machen b- ser Ansicht die zusammengesetzten Atome keine Schwie- sie sind ein Aggregat von zwei und mehr Kugeln und nen sich wieder unter einander zu Krystallmolecülen einigen.

Bei den wägbaren Flüssigkeiten wird nach der ato- schen Theorie angenommen, dafs jedes einzelne Atom, we- Form man ihm auch nach einer der oben mitgetheilten Ansich- beilegen möge, mit einer Sphäre oder Hülle von Wärme geben ist, welche bei den tropfbaren Flüssigkeiten einen kleinen Raum einnimmt, bei den elastischen dagegen einen grofsen, dafs das Volumen der Atome zu dem der Wärme- len kaum in Betracht kommt. Aus dieser gröfsern und gle- weiten Entfernung der Atome von einander durch die W- mehüllen sucht man die Beweglichkeit der Flüssigkeiten erklären. Hinsichtlich der elastischen Flüssigkeiten wur- oben wahrscheinlich gemacht, dafs die Wärmesphären, ' che die Atome verschiedener einfachen Stoffe umgeben, ' schieden grofs sind, dafs sich ihr Volumen wie 1 : 3 verhält und dafs es bei einigen zusammengesetzten Ato- 12 beträgt; d. h. wenn das Volumen der Wärmehülle, ' che 1 Atom Schwefel umgiebt, = 1 gesetzt wird, so ist 1 Atom Sauerstoff, Phosphor oder Arsenik umgebende drei

1 Atom Wasserstoff, Stickstoff, Chlor u. s. w. umge-
e sechsmal und das 1 Atom Salzsäure, Ammoniak u. s. w.
bende zwölfmal so grofs.

Für die Richtigkeit der atomistischen Theorie führt Wol-
ns[1] noch folgenden Beweisgrund an. Wäre die Materie
dlich theilbar, so müfste sich auch die atmosphärische
vermöge ihrer Elasticität ins Unendliche ausdehnen. Die
phäre der Erde könnte dann nicht begrenzt seyn, son-
sie müfste sich bis zu den übrigen Himmelskörpern aus-
en und um diese wieder Atmosphären bilden, deren Dich-
eit der Masse und Anziehungskraft dieser Körper angemes-
wäre. Dafs man am Monde keine Atmosphäre wahr-
mt, liefse sich wohl daraus erklären, dafs dieselbe wegen
geringen Masse des Mondes sehr dünn und deshalb unbe-
kbar sey. Allein auch von der Sonne und dem Jupiter,
n Massen viel beträchtlicher sind, als die der Erde, läfst
ch astronomisch beweisen, dafs sie keine Atmosphäre ha-
. Hieraus geht hervor, dafs die Luft nicht bis ins Un-
liche theilbar ist, sondern dafs die in den obersten Regio-
der Luft befindlichen Atome derselben sich bis über ei-
gewissen Punct hinaus nicht weiter von einander entfer-
, sofern am Ende die Anziehung zur Erde und zu den
ilchen der Atmosphäre dem Ausdehnungsbestreben das
gewicht hält. Gegen diesen Beweis könnte man viel-
einwenden, dafs, auch die unendliche Theilbarkeit der
vorausgesetzt, am Ende mit der Ausdehnung derselben
Elasticität in solchem Grade abnimmt, dafs auch hier zu-
die Anziehung der Erde die weitere Ausdehnung, wo-
eine immer gröfsere Entfernung von der Erde gegeben ist,
dert. Wenn man vollends mit Poisson und Dumas an-
mt, dafs die äufsersten Theile der Luft wegen grofser
flüssig oder fest sind und als Schneeflocken von Stick-
und Sauerstoff die Atmosphäre umgeben, so kann der Be-
noch weniger genügen.

2) *Chemische Verbindung.* Eine chemische Verbindung
teht, indem sich ein oder mehrere Atome des einen Stof-
n ein oder mehrere Atome eines oder mehrerer anderer
fe dicht an einander lagern und somit ein zusammenge-

1 Philipps Ann. of philos. T. IV. p. 251.

setztes Atom bilden, und sofern sich die zusammengesetz Atome wiederum mit einander verbinden und die so erzeu ten wiederum u. s. w., wonach man, wie bei den Ver dungen, zusammengesetzte Atome der ersten, zweiten, dr Ordnung u. s. f. unterscheiden kann. Die Atome haben Neigung, sich nach einfachen, als nach complicirten Zahlen vereinigen, und die innigern Verbindungen des unorganisch Reichs zeigen meistens einfache Zahlenverhältnisse, währ die unter Mitwirkung der Lebenskraft gebildeten organisch verwickeltere zeigen. Somit erklärt die atomistische Theo viel genügender, als die dynamische den Grund der stöch metrischen Gesetze. Wie man sich losere, nach veränder chen Verhältnissen mögliche Verbindungen vorzustellen ha z. B. die Auflösung von Säuren, Alkalien und Salzen in liebigen Mengen von Wasser, ob hierbei diese Stoffe zu mit einer kleinern Wassermenge zusammengesetzte Atome einer proportionirten Mischung bilden, welche dann von übrigen Atomen des Wassers umgeben werden, oder wie so bleibe vor der Hand unentschieden.

Nach der atomistischen Theorie ist eine chemische Ve bindung als eine gleichsam ins Feinste gehende Mengung betrachten; es findet dabei eine Nebeneinanderlagerung heterogenen Atome, keine wechselseitige Durchdringung sich verbindenden Stoffe statt. Dennoch erscheint die Ve bindung homogen; denn die Atome für sich, auch die sammengesetzten, sind zu klein, als dafs sie einzeln gese werden könnten; das Auge erkennt nur die Massen, die ihrer Zusammenhäufung entstehn, und dieses Aggregat m sich daher dem Auge homogen darstellen.

Es entsteht nun die Frage: Durch welche den heteroge nen Atomen innewohnende Kraft werden sie veranlafst, si zu vereinigen? Ist es dieselbe Anziehungskraft, welche s unter andern Umständen als Schwerkraft, Cohäsion und Ad häsion äufsert? oder ist es eine eigenthümliche Anziehung kraft, die chemische Anziehungskraft oder Affinität? oder es die Elektricität? Alle drei Hypothesen haben, verschi den modificirt, ihre Verfechter gefunden.

Newton äufserte zuerst die Meinung, dafs die chem schen Verbindungen in einer Anziehung ihren Grund hab

h war er geneigt, nicht die allgemeine Anziehungskraft, Schwerkraft, sondern andere anziehende und zurückstofsen-Kräfte, die etwa im Cubus der Entfernung abnähmen, hier-vorauszusetzen. Er betrachtete die Säuren als Körper, lche in hohem Grade anzögen und wieder angezogen wür-, und nahm an, bei jeder Auflösung hätten die Theilchen sich auflösenden Körpers mehr Anziehung zum Auflösungs-l, als unter sich.

Barchhusen belegte zuerst diese bei den chemischen rbindungen wirkende Anziehungskraft mit dem Namen Ver-ndtschaft oder *Affinitas*, während sie Bergman als Wohl-ziehung, *Attractio electiva*, bezeichnete.

Buffon war der erste, welcher die chemischen Erschei-gen aus der allgemeinen Anziehungskraft abzuleiten suchte, die Stärke der letztern blofs von der Gröfse der auf ein-er wirkenden Massen, nicht von ihrer Natur abhängt, wäh-d sich bei der chemischen Anziehung der Stoffe, je nach r Qualität, eine so grofse Verschiedenheit zeigt, viele sich nicht verbinden, andere mit geringer und andere mit gro-Kraft, so suchte er diese Verschiedenheit durch die An-e zu erklären, dafs die Atome verschiedener Stoffe eine chiedene Gestalt besitzen, dafs je nach dieser Gestalt ihre erpuncte sich mehr oder weniger nähern können und nach, da die Schwerkraft im Quadrate der Entfernung ab-t, die Anziehung verschieden grofs seyn müsse. Die talt, welche bei grofsen Körpermassen und grofsen Entfer-gen ganz unbeachtet gelassen werden kann, übt nach fon bei den so kleinen Atomen und der grofsen Nähe, in cher sie sich befinden, wegen der mit der Gestalt gegebe-verschieden grofsen Nähe der Schwerpuncte einen bedeu-den Einflufs auf die Gröfse der Anziehung aus.

Auch Bergman hielt es für möglich, dafs die Verschie-heiten, welche sich in der Wirkung der allgemeinen An-ung und der Affinität zeigen, von der Form ihrer Atome zugleich von ihrer gegenseitigen Stellung herrühren.

Guyton Morveau erkannte an, dafs die Annahme einer chiedenen Gestalt der Atome zur Erklärung der so sehr chiedenen Stärke der chemischen Anziehung nicht aus-he, sogar mathematisch nicht ausführbar sey. Dennoch

war auch er geneigt, da nach seiner oben beleuchteten Ansicht die Adhäsionsgröfse und die Affinitätsgröfse denselben Gesetzen folgt, die Affinität als eine Aeufserung der Schwerkraft der Atome zu betrachten und zu hoffen, dafs die eigenthümlichen Abweichungen, die die Affinität zeigt, durch Entdeckung neuer Thatsachen ihre Aufklärung finden würden.

Auch Berthollet neigt sich auf die Seite derjenigen, welche in der Natur nur *eine* Anziehungskraft annehmen. Es war schon an mehrern Stellen dieses Artikels von Berthollet's Lehre die Rede; die wichtigsten Puncte derselben mögen jedoch hier im Zusammenhange folgen.

Wahrscheinlich ist die allgemeine Anziehung die Ursache der chemischen Verbindungen. Sie äufsert sich bei ihnen verschieden, weil sie hier nicht auf Massen, sondern auf Molecüle wirkt, die sich in grofser Nähe befinden und eine verschiedene Figur, Cohäsion und Elasticität besitzen. Alle Stoffe haben gegen alle übrige Affinität; sie äufsern sie aber nicht immer, weil oft andere Kräfte, wie Schwerkraft, Cohäsion und Elasticität, vorherrschen. So ist die Cohäsion des Quarzes gröfser, als seine Affinität zum Wasser, daher er sich nicht löst, und das Quecksilber nimmt kein Wasserstoffgas auf, weil die Elasticität desselben gröfser ist, als seine Affinität zum Quecksilber. Daher kann Wärme durch Verminderung der Cohäsion und verstärkter Druck, sofern er der Elasticität entgegenwirkt, Verbindungen möglich machen, die sonst nicht erfolgen würden.

Zwei Stoffe sind vermöge ihrer Affinität an und für sich nach jedem Verhältnisse mit einander verbindbar. Dafs sie von diesem Gesetze häufig Ausnahmen zeigen, rührt von der Cohäsion und Elasticität theils der einzelnen Stoffe, theils der nach einem bestimmten Verhältnisse gebildeten Verbindung her. So löst das Wasser nur eine bestimmte Menge Salz, weil am Ende die Cohäsion desselben der Affinität das Gleichgewicht hält; ebenso bewirkt die Elasticität eines Gases, dafs es nur in einer gewissen Menge vom Wasser verschluckt werden kann, und die Elasticität des Sauerstoffgases ist der Grund, warum die Metalle nur eine bestimmte Menge Sauerstoff aufnehmen. Wenn ferner die neue Verbindung bei einem gewissen Verhältnisse eine besonders grofse Cohäsion besitzt

die von 40 Theilen Schwefelsäure und 76,6 Theilen so scheidet sie sich aus der wässerigen Lösung aus, t sich dadurch aus der chemischen Wirkungssphäre und daher nichts mehr von dem noch überschüssig in der keit enthaltenen Baryt auf. Wasserstoff und Sauerstoff den sich deshalb immer blofs in dem Verhältnisse, dafs r entsteht (das anderthalbmal schwerere Wasserstoffhyper-var damals noch nicht bekannt), weil gerade hierbei die htung beider Gase zu einem Liquidum am vollständigsten . Dieser Zustand gröfster Cohäsion tritt bei den mei-Verbindungen der Säuren mit den Salzbasen bei dem tnisse ein, bei welchem sie sich wechselseitig am voll-sten neutralisiren; bei den Verbindungen der cohären-Kleesäure und Weinsäure mit Ammoniak, Kali oder Na-doch erst in der sauren Verbindung.

der Stoff hat eine oder einige hervorstechende Affinitä-z. B. die brennbaren Stoffe gegen Sauerstoff, die Säuren Alkalien. Die durch solche hervorstechende Affinitäten ten Verbindungen zeigen von denen ihrer Bestandtheile bweichende Eigenschaften, und oft zeigt sich hier Aus-ung der früheren Eigenschaften oder Neutralisation; in urch nicht hervorstechende Affinitäten hervorgebrachten dungen dagegen besitzen die Bestandtheile noch die Ei-aften, die von ihren hervorstechenden Affinitäten ab-sind.

ie Affinitäten, auch die hervorstechenden, sind bei ver-nen Stoffen verschieden grofs. Je weniger ein Stoff t, um von einem andern neutralisirt zu werden, desto ist die wechselseitige Affinität (V. d). Da z. B. (nach uern genauern Bestimmungen) 47,2 Theile Kali 40 Theile felsäure zur Neutralisation brauchen und 54 Theile Sal-ure, so verhalten sich umgekehrt die Affinitäten der felsäure und der Salpetersäure zum Kali = 54 : 40. Es aber bei den chemischen Wirkungen nicht blofs die ätsgröfse der Stoffe in Betracht, sondern auch die Menge, cher sie einwirken. Nimmt man z. B. nach Obigem an, finität eines Molecüls Kali zu einem Molecül Schwe-e betrage 54 und die zu einem Molecül Salpetersäure d setzt den Fall, dafs auf je 1 Molecül Kali 1 Mole-hwefelsäure und 3 Molecüle Salpetersäure zugleich ein

wirken, so ist die Kraft, mit welcher sich die Schwefels das Kali anzueignen sucht, = 1.54 und die der Salpeter = 3.40 = 120. Dieses Product der Affinitätsgröfse in Menge des einwirkenden Stoffes nennt BERTHOLLET die *mische Masse.* Es nimmt daher die chemische Kraft Stoffes mit seiner Menge in geradem Verhältnisse zu, und mit geringerer Affinität begabter Stoff kann, wenn seine M gröfser ist, anderen mit gröfserer Affinität begabten Stoffen, in kleinerer Menge vorhanden sind, das Gleichgewicht h oder sie sogar übertreffen. Kommt ein Stoff A mit den Stoffen B und C, welche sich beide mit A zu verbinden streben, in Berührung, so verbindet er sich nicht ausschli lich mit demjenigen, der die gröfste Affinität besitzt, wenn dessen Menge zur Sättigung von A hinreicht, wie ses sonst allgemein angenommen wird, auch nicht ausschli lich mit demjenigen, der mit der gröfsten chemischen M einwirkt, sondern er vertheilt sich unter beide im Verhält ihrer chemischen Masse. Wenn daher in dem eben angen menen Falle auf je 1 Molecül Kali 1 Molecül Schwefels und 3 Molecüle Salpetersäure wirken, so vereinigen sich, die chemische Masse der Schwefelsäure = 1.54 und die Salpetersäure = 3.40 = 120 ist, $\frac{54}{174}$ des vorhandenen K mit der Schwefelsäure und $\frac{120}{174}$ mit der Salpetersäure. Di Erfolg tritt ein, es werde das Kali einem Gemische von Sch fel- und Salpetersäure nach dem genannten Verhältnisse geboten, oder das schwefelsaure Kali der Salpetersäure, das mit überschüssiger Salpetersäure verbundene Kali Schwefelsäure.

Von diesem Gesetze, dafs sich ein Stoff zwischen anderen, die sich seiner zu bemächtigen streben, im Verh nisse ihrer chemischen Massen theilt, tritt nur dann eine A nahme ein, wenn bei dergleichen Conflicten eine Aender des Aggregatzustandes vor sich geht, welche theils durch Cohäsion, theils durch die Elasticität bald eines der einw kenden Stoffe, bald einer sich erzeugenden Verbindung h vorgebracht wird. In solchen Fällen kann sich A ausschlie lich mit B oder mit C vereinigen. Einige Beispiele mögen Einflufs der genannten Kräfte deutlicher machen.

Ein Fall, wo die Cohäsion eines der einwirkenden St bewirkt, dafs sich A ausschliefslich mit C vereinigt, ist

rr. Bringt man zu in Wasser gelöster schwefelsaurer erde Ammoniak, so theilt sich zuerst die Schwefelsäure hen beiden Basen im Verhältnisse ihrer chemischen Masse; aber hierdurch die Alaunerde einen Theil ihrer Schwere verliert, so reicht die übrige Säure nicht hin, alle erde gelöst zu erhalten; ein Theil derselben fällt daher r und tritt so aus der Sphäre der gemeinschaftlichen samkeit; da hiermit die Menge der noch in der Auflö- befindlichen Alaunerde und damit auch ihre chemische verringert ist, so kann ihr das Ammoniak wieder einen der Schwefelsäure entziehn, wodurch wieder ein Theil Alaunerde ausgeschieden, die Menge der gelöst bleibenden erde und somit auch ihre chemische Masse verringert wird, afs das Ammoniak wieder Schwefelsäure entzieht und auf Weise so lange fortwirkt, bis es sich aller Säure be- tigt und alle Alaunerde niedergeschlagen hat. Diese suc- ven Zersetzungen folgen sich so rasch, dafs die totale etzung in einem einzigen Augenblicke hervorgebracht worden eyn scheint. Auf dieselbe Weise kann die Elasticität eines es die vollständige Zersetzung veranlassen: fügt man zu Vasser gelöstem kohlensaurem Kali Salzsäure, so theilt sich Kali anfänglich zwischen beide Säuren; die hierbei gebil- Verbindung von einem Theil des Kali's mit sämmtlicher lensäure läfst jedoch einen Theil der nun weniger innig denen Kohlensäure als Gas entweichen und sich somit er Sphäre der Wirksamkeit entfernen; damit nimmt die nische Masse der Kohlensäure ab, die Salzsäure entzieht eine neue Menge Kali, veranlafst die Entwickelung einer n Menge Kohlensäure, und so wiederholt sich dieses, wie origen Falle, bis alles Kali an die Salzsäure getreten und Kohlensäure entwickelt ist.

Ebenso kann die Cohäsion oder Unauflöslichkeit der neuen bindung die Ursache der vollständigen Zersetzung seyn, gt man eine Auflösung von Baryt in Wasser mit einem isch von Schwefelsäure und Salpetersäure in einem sol- Verhältnisse zusammen, dafs auf je 1 Molecül Baryt 1 cül Schwefelsäure und 3 Salpetersäure kommen, so ver- sich anfangs der Baryt zwischen den beiden Säuren nach elben Verhältnisse, wie nach der obigen Auseinander- ng das Kali; während jedoch das Kali mit beiden Säuren

lösliche Salze bildet, welche neben einander in der Flü
keit bleiben, fällt der Theil des Baryts, welcher von
Schwefelsäure aufgenommen wurde, in Verbindung mit
Theile derselben als unlösliches Salz nieder, was so
der Wirkungssphäre tritt. Es bleibt nun in der Flüs
aufser der Verbindung von Baryt mit Salpetersäure der
der Schwefelsäure, welcher von dem niederfallenden sc
felsauren Baryt nicht aufgenommen werden konnte.
freie Schwefelsäure entzieht dem salpetersauren Baryt im
hältnisse der chemischen Massen eine neue Menge Baryt,
che aber sogleich wieder mit einer angemessenen
Schwefelsäure als unlösliches Salz niederfällt; hiermit
wieder Schwefelsäure frei, welche wieder der Salpet
Baryt entzieht, und so geht diese wiederholte Entziehun
Fällung so lange fort, bis aller Baryt als schwefelsaurer
dergefallen und die Salpetersäure in freier Gestalt üb
Hiermit hängt auch das oben betrachtete Berthollet'sche
zusammen. BERTHOLLET nimmt an, dafs beim Zus
bringen von 2 Salzen, deren Säuren sowohl als Basen
schieden sind, jedesmal 4 Salze entstehn; so liefert nach
eine Auflösung von salpetersaurem Kali mit einer Auf
von schwefelsaurem Natron ein Gemisch, welches noch
Theil dieser Salze im unzersetzten Zustande enthält und
neben salpetersaures Natron und schwefelsaures Kali. In
Regel erhält man also 4 Salze; blofs wenn eines der neu
standenen Salze unlöslich ist, erfolgt vollständige Zersetz
der 2 alten Salze. So giebt schwefelsaures Natron mit sa
tersaurem Baryt zwar anfangs auch 4 Salze, nämlich sch
felsaures und salpetersaures Natron und salpetersauren
schwefelsauren Baryt. Jedoch das eine derselben, das sch
felsaure Baryt, fällt als unlöslich nieder; es zersetzt sich
um das Gleichgewicht zwischen den chemischen Kräften
ihren Producten herzustellen, eine neue Menge schwefels
Natron und salpetersaurer Baryt, weil aber der somit neu
zeugte schwefelsaure Baryt sogleich wieder niederfällt und
der Wirkungssphäre tritt, so geht die Zersetzung fort, bis
ler Baryt an die Schwefelsäure und alles Natron an die S
petersäure getreten ist. Folgender Fall zeigt endlich, wie
Elasticität der neuen Verbindung eine vollständige Zerset
veranlassen kann. Beim Glühn von Eisenoxyd mit Kohle so

der Sauerstoff zwischen dem Eisen und dem Kohlenstoff erhältnisse ihrer chemischen Masse theilen; weil aber n den Kohlenstoff tretende Sauerstoff Kohlenoxyd bildet, es als Gas entweicht, und somit aus der Wirkungssphäre t, so entzieht die zurückbleibende Kohle dem Eisen imwieder neue Mengen Sauerstoff, bis es völlig zu Metall rt ist.

Nach dieser Darlegung der Hauptzüge der Berthollet'schen e möge eine kurze Beurtheilung derselben folgen.

1) Durch diese Lehre ist keineswegs die Identität der meinen Anziehungskraft und der Affinität erwiesen. Berlet nimmt selbst an, wie es die Erfahrung lehrt, dafs jeder Stoff gegen jeden andern eine gleich grofse Affihabe; er schreibt den einzelnen Stoffen theils schwächere äten gegen gewisse Stoffe, theils vorherrschende gegen e zu und nimmt an, dafs auch letztere bei den verschien Stoffen nicht gleich seyen. Wäre nun unter Affinität Schwerkraft der einzelnen Molecüle gegen einander zu ver-, so müfste die Anziehung oder Affinität eines Stoffes n jeden andern bei gleicher Gewichtsmenge gleich seyn; bei der Schwerkraft kommt es nicht auf die Qualität Stoffe, sondern nur auf ihr Gewicht an. Es ist wenigstens h Berthollet nicht nachgewiesen worden, inwiefern bei Schwerkraft der Molecüle gegen einander ihre Qualität eisondern Einflufs üben und dadurch die Gesetze der allen Anziehung modificiren kann.

2) Berthollet war noch unbekannt mit der erst in er Zeit vollständiger begründeten Stöchiometrie. Indem her annahm, zwei Stoffe könnten sich nach allen Verhältn vereinigen, suchte er die Erfahrung, dafs die Vereinimeistens nur nach wenigen bestimmten Verhältnissen er-, daraus zu erklären, dafs gerade bei diesen Verhältnisie Cohäsion oder die Verdichtung oder die Elasticität der dung am bedeutendsten sey. Diese Erklärung erscheint nügend und gezwungen. Man sieht nach ihr z. B. nicht , warum sich Chlorgas und Wasserstoffgas blofs nach einem igen Verhältnisse verbinden, bei welchem sie ohne alle ichtung und Ausdehnung das salzsaure Gas erzeugen. Hier so weder die Cohäsion, noch die Verdichtung, noch sticität, wodurch die Verbindung blofs nach diesem

Verhältnisse erklärlich wird. Berthollet's Anhänger w
zwar sagen, dafs sich beide Gase ja nach allen Verhält
mischen lassen, hier also keineswegs ein einziges Verbind
verhältnifs statt finde. Sie müssen aber dann wenigsten
geben, dafs salzsaures Gas, zu welchem man noch mehr C
gas fügt, gelb erscheint, nach Chlor riecht, entfärbend
und an Quecksilber dieses Chlor abtritt, dafs also dieses
schüssige Chlor, wenn es je chemisch gebunden seyn s
was jedoch nach der früher gegebenen Auseinandersetzung
verneinen ist, doch bei weitem schwächer gebunden ist,
das im salzsauren Gase enthaltene, und sie können d
nicht erklären, warum der Wasserstoff so viel Chlor, wi
Bildung von Salzsäure nöthig ist, höchst innig bindet un
den Ueberschufs desselben so gut wie gar nicht. Ä
lich verhält es sich mit einem Gemenge von salzsaure
Wasserstoffgas. Ebenso hob Proust gegen Berth
hervor, dafs sich die meisten Metalle mit Sauerstoff
Schwefel theils nur nach einem, theils nach zwei be
Verhältnissen vereinigen, und dafs in der Regel kein Ü
gang vom Minimum zum Maximum der Verbindung statt
det, und seine genauen analytischen Arbeiten gaben,
selbst noch unbewufst, einen wesentlichen Beitrag zur
gründung der atomistischen Lehre. Durch diese erklärt
nunmehr Alles einfach aus der Annahme, dafs die Atome
verschiedenen Stoffe das Bestreben haben, sich nur nach
nigen, einfachen Zahlenverhältnissen zu vereinigen.

3) Am meisten im Widerstreit mit der gewöhnlichen
sicht ist die Behauptung Berthollet's, dafs, wenn sich
Stoffe B und C gleichzeitig den Stoff A anzueignen
ben, dieser nicht ausschliefslich an den mit der gröfsten
nität begabten tritt, wenn auch dessen Menge zur Aufn
von A hinreicht, sondern sich zwischen B und C im Ver
nifs ihrer chemischen Masse theilt. Diese Behauptung ha
in solchen Fällen einen Schein von Wahrheit, wenn di
einander wirkenden Stoffe in einer Flüssigkeit, wie Wa
enthalten und wenn sowohl sie als auch ihre möglichen
bindungen leicht darin löslich sind. Welche Verbindungen
einem solchen flüssigen Gemische vorkommen, ob AB
freies C, ob AC und freies B oder ob AB und AC,
Berthollet will, ist in den meisten Fällen nicht direct z

...isen. Fügt man z. B. zu in Wasser gelöster salpetersau... Bittererde Schwefelsäure, so entsteht nach der gewöhnli... Ansicht schwefelsaure Bittererde und die Salpetersäure frei; aber man kann es nicht sehn; beide Körper blei... im Wasser zu einem Ganzen gelöst. Wollte man nun ...ch den Beweis führen, dafs man das Gemisch erkältete, ...chwefelsaure Bittererde anschiefst, so würde dieses, selbst ... sie sich vollständig ausschiede, was aber nicht der Fall ...ichts gegen Berthollet's Lehre beweisen, denn nach ... wird durch die in der Kälte zunehmende Cohäsion der ...efelsauren Bittererde, welche damit aus der Wirkungs... ... tritt, die oben angegebene Ausnahme von der Regel ...gebracht. Nach Berthollet gelten ja alle die Fälle, wo ...in einzelner Stoff oder eine Verbindung entweder in ... oder in elastischer Gestalt aus der Flüssigkeit ausschei... blofs als Ausnahmen von der Regel, durch Cohäsion oder ...cität bewirkt, und blofs da, wo keine Ausscheidung be...r und durch die Sinne nicht wohl etwas zu ermitteln ...det die Regel statt, d. h. Vertheilung von A zwischen ... C nach ihrer chemischen Masse.

Uebrigens führt Dumas einen Versuch von Thénard an, ...er beweist, dafs diese Regel selbst in flüssigen Gemi...n wenigstens nicht allgemein gültig seyn kann. Die Bo...re färbt Lackmus nicht so lebhaft roth, wie die Schwe...re. Fügt man nun zu einer wässerigen Lösung des ...efelsauren Natrons Boraxsäure, so müfste diese, wiewohl ...al schwächer ist, als die Schwefelsäure, dieser nach Ber...llet etwas Natron entziehn und dadurch etwas Schwefel... ... frei machen. Dennoch röthet dieses Gemisch Lackmus ... schwach, wie es die Boraxsäure thut; man braucht aber ...nige Tropfen Schwefelsäure hinzuzufügen, um ihm die ...hwefelsäure zukommende lebhafte Röthung des Lackmus ...theilen. Also theilt sich das Natron nicht zwischen der ...ol- und Boraxsäure im Verhältnifs ihrer chemischen ..., sondern sämmtliches Natron bleibt mit der stärkeren ...elsäure verbunden. Ganz ähnlich, wie die Boraxsäure, ...en sich nach Dumas die Hydrothion- und die Kohlensäure ... schwefelsaure Natron. Ebenso fand ich Folgendes. ...nstinctur wird durch wässeriges Chlor augenblicklich ...t, durch wässeriges Iod erst nach mehreren Tagen.

Schüttelt man Iod mit wässerigem Chlornatrium, so lö sich mit pomeranzengelber Farbe auf. Die Lösung m nach BERTHOLLET Chlornatrium mit überschüssigem Chl Iodnatrium mit überschüssigem Iod enthalten und dur überschüssige Chlor müfste sie die Lackmustinctur ent Allein sie giebt damit nur ein grünes Gemisch (aus dem der Lösung und dem Blau der Tinctur erzeugt), welches beim Zusatz einer Spur Chlor gelb wird.

Versuche anderer Art, bestimmt, das Unwahrschei von BERTHOLLET's Ansichten zu zeigen, wurden von P angestellt. Er zeigte, dafs weinsaurer Kalk und klees Bleioxyd bei Gegenwart von Wasser durch eine solche M von Schwefelsäure, die genau zur Sättigung der Basis reicht, vollständig in schwefelsaures Salz und reine W oder Kleesäure zersetzt werden. Da der weinsaure Kalk weniger in Wasser löslich ist, als der schwefelsaure Kalk, da das kleesaure und das schwefelsaure Bleioxyd ungefäh che Unlöslichkeit zeigen, so sollten sich die Basen zwi den beiden Säuren theilen. BERTHOLLET[2] erklärt die ständige Zersetzung des weinsauren Kalkes aus dem Um dafs derselbe durch die bei der Theilung überschüssig werd Weinsäure leicht in Wasser löslich werde, daher der coh tere schwefelsaure Kalk vorzugsweise entstehen müsse, ebenso erklärt er auch die Zersetzung des kleesauren B oxyds aus seiner Löslichkeit in der überschüssig werden Kleesäure und in der Schwefelsäure, wiewohl die Löslich in der Kleesäure höchst unbedeutend ist und eine Aufl des kleesauren Bleioxyds in der Schwefelsäure nicht wohl dacht werden kann.

Betrachten wir ferner solche Fälle, wo sowohl B als welche auf A wirken, entweder beide fest oder beide g mig sind. Bekanntlich zersetzt das Eisen das Chlorsilber Gegenwart von Wasser mit Leichtigkeit in Chloreisen, w ches sich löst, und in metallisches Silber. Nach BERTHOLL Lehre müfste das Chloreisen durch das Silber zersetzt w den, sowohl, weil das Eisen cohärenter ist, als das Silber, vorzüglich, weil das Chloreisen in Wasser löslich ist,

1 Ann. de Chim. T. LXXVII. p. 266.
2 Ebend. p. 268.

silber nicht. Wenn Silber und Eisen zugleich auf wäs-
es Chlor wirken, so muſs zuerst nach Berthollet's
e eine der chemischen Masse der beiden Metalle ange-
ene Menge von Chlorsilber und von Chloreisen entstehn.
ber ersteres als unauflöslich aus der Wirkungssphäre her-
, so muſs das noch unverbundene Silber auf das ge-
und gelöste Chloreisen so lange wirken, bis es sämmt-
Chlor aufgenommen hat; aber gerade der entgegengesetzte
ritt ein. Auch bedarf es zu der Zersetzung des Chlorsilbers
des geringsten Ueberschusses von Eisen, durch welchen
dessen chemische Masse unverhältniſsmäſsig vergröſsert
e. So haben auch Gay-Lussac's Untersuchungen ge-
, daſs ein in Wasser unlösliches Metalloxyd ein anderes
ner Auflösung in Säuren völlig niederschlagen kann, z. B.
xyd oder Kupferoxyd das Eisenoxyd, Quecksilberoxyd oder
oxyd, wenn sie nur in solcher Menge angewandt werden,
eben zur Sättigung der Säure hinreichen. Allerdings reiſst
häufig das niederfallende Oxyd einen Theil der Säure mit
der, ein basisches Salz bildend, und dieses dient den
gern der Berthollet'schen Lehre zur Ausflucht.
Auch ist bereits oben herausgehoben worden, daſs die
den kohlensauren Kalk selbst unter einem Drucke
, bei welchem die Kohlensäure tropfbar-flüssig wird;
diesen Umständen sollte nach Berthollet's Lehre, da
saure Kalk löslich, der kohlensaure unlöslich ist und
Kohlensäure als in geringerer Menge den Kalk sätti-
eine gröſsere Affinität zum Kalk haben muſs, als die
e, umgekehrt die Kohlensäure den salzsauren Kalk
zen. Ebenso wurde oben gezeigt, daſs die schweflige
, welche eine geringere Elasticität besitzt, als die Salz-
, da sie zur Liquefaction eines geringeren Drucks bedarf,
mit Kalk ein unlösliches Salz bildet und nach Ber-
let's Lehre eine gröſsere Affinität gegen ihn haben muſs
5 Theile Kalk 36,4 Theile Salzsäure und nur 32 Theile
flige Säure zur Sättigung bedürfen), daſs diese schwef-
säure nach Berthollet's Lehre den salzsauren Kalk
en müſste, während gerade das Gegentheil statt findet.
Erfolge sind also ganz dem entgegen, was zufolge der
cität der Bestandtheile und der Cohäsion der Verbindun-
ch Berthollet's Lehre eintreten sollte, und sie kön-

nen, da hier alle die sonst beliebten Ausflüchte wegfallen, eine totale Widerlegung derselben gelten.

In der Lehre von den reciproken Affinitäten sind Fälle betrachtet worden, welche zwar für die Berthol Lehre zeugen sollen, es aber, wie gezeigt wurde, nur sch thun und einer andern Auslegung fähig sind, nament Zersetzung des in Weingeist gelösten essigsauren Kali Kohlensäure. Die Berthollet'sche Ansicht von der Ve eines Stoffes zwischen zwei andere im Verhältnisse ihrer schen Masse ist, da sie unendlich viele Verbindungen jedem Verhältnisse annimmt, weniger einfach, als die ge liche Lehre, nach welcher sich der Stoff ausschließl denjenigen begiebt, welcher die gröſste Affinität besitz welche Lehre man, da sie vorzüglich durch Bergma wickelt wurde, als die Bergman'sche btzeichnen kann. Ber thollet's Lehre von der Vertheilung ist durch nichts sen, denn sie erscheint bloſs in solchen Fällen mö welchen sich, weil Alles in einer tropfbaren Flüssigk ist, über den Zustand der Verbindungen meistens nichts entscheiden läſst; aber auch hier ist sie durch oben angeführte Thatsachen widerlegt. Berthollet wenig Gewicht auf die Affinitätsgröſse und zu viel Menge der Stoffe, durch welche die Affinitätsgröſse soll werden können; aber jeder Ueberschuſs des Stoffes B ü Menge hinaus, welche der Stoff A aufzunehmen verma als ganz wirkungslos zu betrachten und der Einfluſs der ist auf enge Grenzen beschränkt, wie dieses in der Lehre den reciproken Affinitäten entwickelt wurde. Ein Atom lenstoff wird 2 Atome Sauerstoff mit schwächerer Kraft ziehn, als es 2 Atome Kohlenstoff thun, wo sich im e Falle Kohlensäure, im letzteren Kohlenoxyd erzeugt; aber als 2 Atome Kohlenstoff, z. B. 100 Atome, werden nicht wirken, als 2. Ebenso räumt Berthollet der Cohäsion der Elasticität einen Einfluſs ein, der, wie die vorge Thatsachen und Betrachtungen zeigen, ungebührlich hoch geschlagen ist. Er bedurfte desselben, um in den Fällen, vollständige Ausscheidung erfolgt, was nach seiner Lehre Ausnahme von der Regel ist, dagegen nach der gewöhnli Ansicht das Gesetzmäſsige, eine plausible Erklärung von ser vermeintlichen Abweichung zu geben. Dieſs nöthigte

d, einen schwer- oder unlöslichen Körper als aufserhalb der kungssphäre liegend zu betrachten, da er doch an allen ellen, wo er die Flüssigkeit berührt, auf dieselbe einwirmufs. Immer bleibt Berthollet das grofse Verdienst, Affinitätslehre scharfsinnig geprüft und von einer neuen betrachtet und auf den Einflufs der Cohäsion und Elabei den Affinitätsäufserungen die Aufmerksamkeit gezu haben.

Thomson[1] ist ebenfalls geneigt, die Affinität als eine bere Aeufserung der allgemeinen Anziehungskraft anzusehn, neue Gründe dafür anzugeben. Fourcroy[2] läfst die unentschieden. Die meisten neueren Chemiker überdie Frage und nehmen wenigstens stillschweigend die ität als eine besondere Kraft an, welche Ansicht vor der als die richtigere gelten möchte. So lange man wenigvon der allgemeinen Anziehungskraft, wie sie sich als itation äufsert, festsetzt, dafs sie nur im Verhältnifs der en wirke und dafs die Qualität der Materien auf die ke dieser Anziehungskraft keinen Einflufs ausübe, so ist hr schwer[3], die Erscheinungen der Cohäsion und Adhä-, und unmöglich, die der Affinität auf diese allgemeine ehungskraft zurückzuführen. Bei den chemischen Erscheigen bestimmt vor allen Dingen die Qualität der Materie Existenz und die Stärke der Anziehungskraft, und dieses nicht durch die Quantität ersetzt werden. Dazu kommt, dafs man auch den unwägbaren Stoffen, welche den tzen der Gravitation nicht unterworfen sind, Affinität in Grade zuschreiben mufs. Daher ist es am zweckmäm, die Affinität als eine eigenthümliche Kraft gelten zu, es müfste denn dereinst nachgewiesen werden, dafs bei der allgemeinen Anziehung die Qualität der Stoffe in cht kommt und dafs die bis jetzt sogenannten Imponderaentweder doch Gewicht besitzen, oder dafs die bis jetzt Affinitätsäufserungen derselben erklärten Erscheinungen auf andere Weise zu verstehn sind.

Wenden wir uns nun zu den verschiedenen *elektroche-*

---

1 Syst. de chimie, trad. par Riffault. Paris 1818. T. III. p. 2.
2 Syst. des connoiss. chimiq. T. I. p. 84.
3 S. Art. *Cohäsion*. Bd. II. S. 117.

mischen Theorieen. Ihnen liegt meistens die Ansicht zu de, dafs durch die Vereinigung der beiden entgegeng Elektricitäten Wärme gebildet wird. Sie unterscheid vorzüglich dadurch, dafs sie theils eine gemeinsc Grundkraft annehmen, die sich bald als elektrische, chemische Kraft äufsert, theils annehmen, bei den che Verbindungen seyen die elektrischen Anziehungen und nitäten der wägbaren Stoffe zugleich thätig, theils die kung der Affinitäten wägbarer Stoffe hierbei leugnen chemischen Erscheinungen blofs von der Anziehung d tricitäten gegen einander, die dann immer noch als e nität zu betrachten seyn möchte, ableiten.

H. Davy[1] sagt: „Körper, welche, wenn sie ver „rer kleinsten Theile wirken, chemische Erscheinun „vorbringen, äufsern, wenn sie als Massen wirken, e „Wirkungen; es ist daher nicht unwahrscheinlich, „erste Ursache beider dieselbe seyn könne und dafs „Anordnung der Materie oder dieselben anziehende „welche die Körper in die Verhältnisse von positiv- „gativ-elektrisch versetzen, d. h. welche machen, „einander elektrisch anziehn und dafs sie anderen „anziehende Kräfte mittheilen, gleichfalls ihre Theil „ziehend machen und sie in den Stand setzen könne „sche Verbindungen einzugehn, wenn sie Freiheit d „gung haben. Es spricht sehr zum Vortheil dieser H „dafs Wärme und zuweilen Wärme und Licht von „fserung beider, sowohl elektrischer als chemischer, „der Kräfte resultiren und dafs, wenn man die E „der Körper, welche bei der Berührung in dem V „von positiv-elektrischen Körpern zu andern stehn, „man gleichfalls ihre Kräfte, chemische Verbindung „gehn, verstärkt, während, wenn man sie in einen „welcher dem negativ-elektrischen correspondirt, ver „Kräfte zur chemischen Veränderung zerstört werden fügt hinzu, dafs er keineswegs meine, dafs chemi änderungen durch elektrische Veränderungen veran den, sondern dafs beide Erscheinungen als *versc*

---

1 Elem. des chem. Theils der Naturwissenschaft. I S. 144.

chten seyen, wiewohl durch *dieselbe Kraft* erzeugt, die inen Falle durch die Massen, im andern durch die klein- Theile wirkt.

Dumas entwickelt diese Ansicht von Davy folgendermafsen. er und Schwefel, mit einander in Berührung, laden sich risch; beim Erwärmen derselben steigt die Ladung bis zu n Maximum; die in den beiden Körpern angehäuften ent- gesetzten Elektricitäten erhalten eine solche Spannung, sie sich verbinden; hiermit erfolgt unter Verschwinden lektrischen Spannung Wärmeerzeugung und Verbindung beiden Körper. Die Cohäsion hält die Theile eines gleich- en Körpers zusammen, aber die Berührung von zwei un- hartigen, wie Kupfer und Schwefel, entwickelt eine neue , die Elektricität, welche die gleichartigen Theile der en Körper zu isoliren und den ungleichartigen zu nähern , und zwar um so mehr, je entgegengesetzter ihre Natur bei einem gewissen Puncte überwindet die elektrische die Cohäsion, es trennen sich die gleichartigen und ver- en sich die ungleichartigen Theilchen, worauf die Materie er unter die Gesetze der allgemeinen Anziehung oder Co- n zurück tritt.

Grotthuss[1] bemerkt gegen Davy's Theorie, dafs das rische Verhalten der sich in Masse berührenden Körper ht immer in Verhältnifs stehe mit dem elektrischen Verhal- ihrer in chemischer Wechselwirkung begriffenen Elemen- theile, dafs sich z. B. die Kohle bei der Berührung elektro- tiver zeige, als alle Metalle, während sie doch eine viel here Affinität zum Sauerstoff habe, als die meisten derselben; ferner Körper, die keine oder geringe Affinität gegen ein- r haben, bei der Berührung oft mehr Elektricität ent- eln, als mit starker Affinität gegen einander begabte. Auf en Fall könne daher die Elektricität das Bedingende der ischen Erscheinungen seyn.

Nach Ampère[2] haben die Atome eines Stoffs eine con- e Elektricität, von welcher sie sich nicht zu trennen ver- n. Um jedes derselben bildet sich eine Hülle von ent- gesetzter Elektricität, welche durch die des Atoms in

---

Phys. chem. Forschungen Th. I. S. 45.
Poggendorff's Ann. II. 185.

der Entfernung gebunden wird. Jedes Atom Wasserstoff z. B. hält positive Elektricität innig gebunden und ist mit einer Hülle von negativer umgeben; umgekehrt verhält es sich mit den Sauerstoffatomen. Bei der Verbindung des Wasser[stoffs] mit dem Sauerstoff vereinigen sich ihre elektrischen Atmosph[ären] zu Feuer und die Atome vereinigen sich vermöge ihres entgegengesetzt elektrischen Zustandes innig zu Wasser. Bei der Zersetzung dieser Verbindung durch die Volta'sche Säule umhüllen sich die Atome wieder mit den entgegengesetz[ten] Elektricitäten und stoßen sich ab. Bei dieser Ansicht findet sich folgende, von Dumas hervorgehobene, Schwierigkeit: der Schwefel entwickelt Feuer bei seiner Verbindung sowohl mit Sauerstoff als mit Kupfer; im erstern Falle müßte seine elek[tr]ische Hülle negativ seyn, um mit der positiven des Sau[er]stoffs Feuer zu erzeugen, im letztern positiv, da die elektri[sche] Hülle des Kupfers, welches mit Sauerstoff ebenfalls Feuer erzeugt, negativ seyn muß.

Nach Ferrat[1] verbinden sich zwei Stoffe, sofern der eine positive, der andere negative Elektricität enthält, welche sich wechselseitig anziehn. Aber bei der Verbindung der zwei Stoffe vereinigen sich die beiden Elektricitäten nicht (dann bleibt die Wärmeentwickelung unerklärt), denn sonst würden die Stoffe durch nichts mehr zusammengehalten werden, sondern die Elektricitäten bleiben bei den Atomen beider Stoffe und in wechselseitiger Spannung. Auch hier findet die so eben mitgetheilte Einwendung von Dumas ihren Platz.

Schweigger[2] scheint der Erste gewesen zu seyn, welcher annahm, die Körpertheilchen enthielten in ihren Polen die entgegengesetzten Elektricitäten, aus welcher Annahme er nicht nur die Erscheinungen der Affinität, sondern auch die der Cohäsion, Adhäsion und Elasticität zu erklären sucht. Nach seiner *krystallelektrischen Theorie* besteht alle wägbare Materie aus krystallisch geformten Theilchen, den *krystallinischen Differentialen* (welche er jedoch nicht mit den Atomen verwechselt wissen will), welche gleich dem erwärmten Tur[malin]

1 Ann. de chim. et phys. T. XXVIII. p. 417.

2 Schweigger's Journ. V. 49. VI. 250. VII. 302. 515. VIII. 3[…] XI. 54. 330. 435. XIV. 510. XXV. 158. XXXIX. 214. XL. XLIV. 79. LII. 67.

oder Boracit mit entgegengesetzt elektrischen Polen ver-
n sind. Je nach der Form eines solchen Differentials be-
t die Zahl der Pole 2 (bei gewissen Säulen), 6 (bei einem
aeder), 8 (bei einem Würfel), 12 (bei einer sechsseitigen
le), so dafs sich die Axen der Pole im Mittelpuncte des
erentials durchschneiden. So lange ein Körper fest ist,
halten die Pole seiner Differentiale die entgegengesetzten
ktricitäten, welche durch ihre wechselseitige Anziehung die
äsion des Körpers zuwege bringen. Bei den elektropositi-
n Stoffen, wie Metallen und Salzbasen, halten die positi-
n Pole mehr Elektricität, als die negativen; bei den elek-
negativen Stoffen, wie Sauerstoff, Säuren, verhält es sich
gekehrt. Im tropfbaren Zustande eines Körpers ist elektri-
he Indifferenz der Differentialpole eingetreten, daher die
chte Verschiebbarkeit; in einem elastisch-flüssigen Körper
ben alle Pole einerlei Elektricität, daher sich die Differen-
le abstofsen. Die chemische Verbindung erfolgt, indem sich
e entgegengesetzten elektrischen Pole der heterogenen Diffe-
ntiale anziehn. Je nach der Polzahl, die ein Differential
, kann es eine verschiedene Zahl heterogener Differentiale
n sich binden, daher die Verbindungen nur nach wenigen
d bestimmten Verhältnissen erfolgen.

Die bei weitem am vollständigsten und consequentesten
sgeführte elektrochemische Theorie, die deshalb auch einer
nauern Prüfung fähig ist und diese sowohl wegen der Be-
mtheit ihres Urhebers, als wegen des allgemeinen Ein-
ngs, den sie in der chemischen Welt gefunden hat, am
sten erheischt, ist die *elektrochemische Theorie* von Ber-
zelius[1]. Derselbe trennt die Verbindungen, welche im Vor-
hergehenden alle als chemische betrachtet wurden, in zwei
assen. Zu der ersten gehören die Auflösungen fester Kör-
per in Flüssigkeiten, welche unter Temperaturerniedrigung er-
folgen und bei welchen die sich verbindenden Körper nichts
n ihrer elektrochemischen Reaction einbüfsen, z. B. Salz
d Wasser. Diese Verbindungen leitet Berzelius von einer
ecifischen Verwandtschaft ab, da nicht alle feste Körper in
n Flüssigkeiten gleich löslich sind. Er nimmt an, dafs,
ndem die Cohäsion des festen Körpers durch eine unbe-

1 Lehrbuch der Chemie 1835. Th. V. S. 46.

kannte Modification der Affinität zerstört worden ist, die Atome dieses Körpers sich in der Flüssigkeit vertheilen und nich blofs ihre Poren ausfüllen, sondern sie auch unter Volumenvermehrung erweitern, bis nach vollkommener Mischung jedes Atom eines festen Körpers von einer gleichen Zahl Atome eines flüssigen umgeben ist.

Zu der zweiten Classe rechnet Berzelius diejenigen Verbindungen, welche er als die eigentlich chemischen oder elektrochemischen betrachtet und worunter alle Verbindungen zu verstehn sind, die in diesem Artikel als die innigern chemischen Verbindungen angesehn wurden. Diese erzeugen sich nach Berzelius nicht vermöge einer Affinität zwischen den sich verbindenden wägbaren Stoffen, sondern vermittelst der ihnen anhaftenden Elektricitäten. Das Atom eines jeden Stoffs hat zwei elektrische Pole; jedoch die in ihnen vorhandenen entgegengesetzten Elektricitäten sind sich nicht gleich; in den Atomen mancher Stoffe hält der eine Pol mehr negative Elektricität, als der andere Pol positive hält, und bei andern Stoffen verhält es sich umgekehrt. Es zeigt sich daher in den Atomen eine elektrische Einseitigkeit, eine specifische Unipolarität, der Unipolarität Erman's analog. Sonach zerfallen die Elemente in elektronegativere und in elektropositivere. Bei jedem Element ist jedoch das Verhältnifs zwischen beiden Elektricitäten ein anderes; der Sauerstoff hält von allen elektronegativen Stoffen am meisten negative Elektricität im einen am wenigsten positive im andern Pole, worauf der Schwefel dann der Stickstoff u. s. w. folgt und zuletzt der Wasserstoff in welchem die positive der negativen beinahe gleich kommt. Das Kalium hält von allen elektropositiven Stoffen am meisten positive, am wenigsten negative Elektricität, und diese Ungleichheit nimmt bei den übrigen elektropositiven Stoffen immer mehr ab, bis zum Golde, in welchem die positive Elektricität über die negative nur noch wenig vorherrschend ist, so dafs es sich dem von allen elektronegativen Stoffen am wenigsten elektronegativen Wasserstoff zunächst anschliefst. Demgemäfs hat Berzelius folgende elektrische Reihe der Elemente aufgestellt.

Elektronegativere: Sauerstoff, Schwefel, Stickstoff, Fluor Chlor, Brom, Iod, Selen, Phosphor, Arsenik, Chrom, Vana

bdän, Scheel, Boron, Kohlenstoff, Antimon, Tellur, l, Titan, Silicium, Wasserstoff.

Elektropositivere: Gold, Osmium, Iridium, Platin, Rho-, Palladium, Quecksilber, Silber, Kupfer, Uran, Wis-, Zinn, Blei, Kadmium, Kobalt, Nickel, Eisen, Zink, an, Cerium, Thorium, Zirconium, Alumium, Yttrium, um, Magnium, Calcium, Strontium, Baryum, Lithium, um, Kalium.

Bei der Verbindung eines elektronegativern Stoffs mit ei- elektropositivern vereinigt sich die in ersterem vorherr- de negative Elektricität mit der im letzteren vorherr- den positiven; bevor es jedoch zu dieser Vereinigung t, zeigt der erstere Stoff etwas negative, der letztere positive im freien Zustande, deren Spannung in dem steigt, als sich die Stoffe der Temperatur, bei der ihre ndung erfolgt, immer mehr nähern. Hieraus erklärt sich rührungselektricität. Im Moment der Verbindung wen- ich die negativen Atompole des elektronegativern Stoffes die positiven des elektropositivern. Weil nur bei flüs- Zustande die hierzu erforderliche Beweglichkeit gegeben haben in der Regel feste Stoffe keine chemische Wir- auf einander. Es verbinden sich nun die beiden Elektri- dieser Pole zu Wärme oder Feuer, womit sie ver- nden. Bei jeder chemischen Verbindung findet daher Neutralisation der entgegengesetzten Elektricitäten statt, welche Feuer auf dieselbe Weise hervorgebracht wird, bei der Entladung der elektrischen Säule und dem , nur dafs diese letztern Erscheinungen von keiner che- en Verbindung (wägbarer Stoffe) begleitet sind. Jede che Verbindung ist daher ein elektrisches Phänomen, das r elektrischen Polarität der Atome beruht.

Man könnte denken, dafs die elektrische Reihe der Ele- mit der Affinitätsordnung derselben zusammenfalle, dafs der negative Sauerstoff ein gröfseres Bestreben haben , sich mit dem elektropositiven Golde, Kupfer u. s. w. einigen, als mit dem ihm in der elektrischen Reihe so tehenden Schwefel. Da dieses jedoch der Erfahrung r ist, so nimmt Berzelius an, dafs, wiewohl in den n jener Metalle die positive Elektricität des einen Pols beträgt, als die negative des andern, doch die absolute

Menge der in dem einen Pole des Metallatoms vorhandenen positiven Elektricität geringer ist, als in dem einen Pole des Schwefelatoms, nur dafs dieses im entgegengesetzten Pole eine viel gröfsere Menge negative Elektricität enthält, als ein Atom der genannten Metalle, dafs also die absolute Menge der beiden Elektricitäten in den Atompolen des Schwefels viel gröfser ist, als in denen jener Metalle. Man setze beispielsweise die negative Elektricität in einem Atom der genannten Metalle = 1, die positive = 2, die negative in einem Schwefelatom = 12, die positive = 4, so besitzt hiernach der Schwefel eine höhere *elektrische Polarisation;* die in seinem positiven Pole angehäufte Elektricität kann eine gröfsere Menge negative Elektricität des Sauerstoffs neutralisiren, als die positive eines Atoms jener Metalle, daher die gröfsere Neigung des Sauerstoffs, sich mit Schwefel, als mit den gedachten Metallen zu vereinigen.

Aufserdem nimmt Berzelius an, dafs bei denselben Stoffe der Grad der elektrischen Polarisation, d. h. die absolute Menge der beiden Elektricitäten in den Atompolen, je nach der Temperatur verschieden und in der Regel bei höherer Temperatur erhöht sey. Viele Stoffe, wie Kohle, welche bei gewöhnlicher Temperatur eine sehr schwache Polarisation zu haben scheinen, erlangen in der Glühhitze eine sehr starke, daher die dann eintretende Verbindung mit Sauerstoff. Auf welche Weise die Wärme diese Polarisation erhöht, ist unbekannt. Manche Stoffe im Gegentheil, die überhaupt nur eine schwache Polarisation besitzen, zeigen diese bei niederer Temperatur oft stärker, als bei höherer, wo sie oft ganz aufhört, wie diefs beim Golde der Fall ist.

Die elektrochemischen Eigenschaften der oxydirten Stoffe hängen fast immer von der Unipolarität des mit dem Sauerstoffe verbundenen Elementes ab. So verhält sich die Schwefelsäure gegen alle Metalloxyde elektronegativ, weil auch der Schwefel gegen alle Metalle elektronegativ ist. Dagegen verhalten sich die Oxyde des Kaliums und Zinks sehr elektropositiv, weil es auch ihr Metall ist.

Ist die elektrochemische Neutralisation einmal vor sich gegangen, so kann die Zersetzung der hierbei erzeugten chemischen Verbindung nur eintreten, wenn den Bestandtheil

ihere elektrische Polarität wieder ertheilt wird. Dafs einigten Stoffe nach Verrichtung ihres entgegengesetzt then Zustandes mit einer Kraft zusammenhalten, die nechanischen Trennung widersteht, rührt nicht von esondern inwohnenden Kraft her, sonst würde die er der Verbindung nicht dem Einflusse der Elektricität rfen seyn. Aber selbst die innigste chemische Verbinfst sich durch Wiederherstellung der elektrischen Pohrer Bestandtheile aufheben; so ist selbst das Kali durch hwache Volta'sche Säule bei Gegenwart von Queckzersetzbar. Bei dieser Zersetzung der Verbindungen len elektrischen Strom verschwinden die einwirkenektricitäten und die Bestandtheile nehmen ihre frühern hen und elektrischen Eigenschaften wieder an. Wird rch C in AC und B zersetzt, so mufs C eine gröfsere it von elektrischer Polarität haben, als B. Hierdurch vollkommenere Neutralisation zwischen A und C, als or zwischen A und B statt fand, und damit Wärmeelung, und B erscheint dann wieder mit seiner urichen Polarität. Ein Stoff, der sich bald als positiveld als negativerer mit andern zu verbinden vermag, s ersteren Verbindungen nur durch noch elektropositians letztern nur durch noch elektronegativere Stoffe üeden werden, z. B. der Schwefel aus der Schwefelr durch Stoffe, die elektropositiver, und aus Schwesur durch solche, die elektronegativer sind, als er

h dieser übersichtlichen Darstellung der Berzelius'schen sey es erlaubt, auf die Schwierigkeiten und dunkeln erselben aufmerksam zu machen.

Berzelius trennt die Verbindungen, welche man sonst chemische zu betrachten pflegt, in zwei Classen; wie und wie wenig durchführbar diese Trennung sey, ist n Anfange dieses Artikels ausführlich entwickelt worber auch angenommen, diese Scheidung sey möglich, t es doch nicht der Natur gemäfs, für die Bildung ch jedenfalls höchst ähnlichen Verbindungen zwei ganz ene Ursachen anzunehmen, nämlich für die loseren ngen eine specifische Affinität, für die innigern einzig n die elektrische Kraft. Wenn sich also 1 Atom

Schwefelsäure mit 1, 2 oder 3 Atomen Wasser verbindet, geschieht dieses nicht vermöge der Affinität, die bei d… Verbindungen als nicht existirend angenommen wird, … durch Ausgleichung der in ihnen vorhandenen entgegenge… ten Elektricitäten; wenn sich aber diese Verbindung mit … mehr Wasser mischt, so erfolgt dieses vermöge der Affi… Wenn nun die mit 3 Atomen Wasser verbundene Schwe… säure Affinität gegen mehr Wasser besitzt, warum soll … um so mehr auch die reine und die mit 1 Atom Wasser … bundene Schwefelsäure Affinität gegen das Wasser haben?

2) Nach Berzelius kommen in jedem Atom eines St… beide Elektricitäten im unverbundenen Zustande vor, im … nen Pole die eine, im andern die andere, und zwar so, … je nach der Natur der Stoffe sowohl die absolute Menge … beiden Elektricitäten als auch die relative verschieden ist. … Ursache dieses elektrisch-polaren Zustandes der Atome … unerklärt. Was veranlafst die beiden Elektricitäten, sich … zwei entgegengesetzten Puncten des Atoms, das man sich … als eine homogene Masse zu denken hat, jede für sich … bestimmten Mengen anzusammeln? Nimmt man aber … diese elektrische Polarität ohne weitere Erklärung an, so bl… es räthselhaft, warum diese, in den beiden Atompolen bef… lichen Elektricitäten sich nicht vereinigen. Nur wenn man … Atomen, selbst der Metalle, *alle* Leitungsfähigkeit für El… tricität abspricht, ist es erklärlich. Aber auch dieses zuge… ben, so müfste doch, wenn mehrere homogene Atome zu … ner Masse vereinigt sind, besonders wenn sie flüssig ist, … positive Elektricität des einen Atoms sich mit der negati… des zunächst liegenden vereinigen, so dafs in der ganzen M… nur der Ueberschufs der einen oder andern Elektricität ü… bliebe und alle Polarisation aufgehoben wäre. Wenn … z. B. Schwefel mit Blei zusammenschmelzt, so geht n… Berzelius die Verbindung unter Feuerentwickelung vor … weil sich die negativen Pole der Schwefelatome den posit… der Bleiatome nähern und sich die entgegengesetzten Elekt… citäten dieser Pole zu Feuer ausgleichen. Warum erfolgt d… Ausgleichung nicht auch im geschmolzenen Schwefel für s… wo dieselbe Beweglichkeit der Theile gegeben und also … die Anziehung der entgegengesetzten Pole und ihre elektris… Entladung ebenso möglich ist?

Die Erscheinung, dafs sich manche Stoffe erst in hö- Temperatur vereinigen, z. B. der Kohlenstoff mit dem off erst in der Glühhitze, leitet Berzelius davon ab, che Stoffe erst in der höhern Temperatur elektrische tion annehmen. Aber der Diamant verbrennt erst in ifsglühhitze, die Holzkohle in der Rothglühhitze, und hiedenen organischen Verbindungen geht die Verbren- es Kohlenstoffs schon bei gewöhnlicher Temperatur vor Soll man nun annehmen, dafs die Atome eines und n Stoffs, je nach den Zuständen, in welchen er sich , einer verschiedenen Temperatur bedürfen, um elek- Polarität zu erlangen? Hiermit hängt die Frage zu- , warum der Phosphor in gewöhnlicher Temperatur lenoxydgas nicht zersetzt, da er sich in dieser Tempera- brennlich, also elektrisch polarisirt zeigt, während die- h Berzelius beim Kohlenstoff nicht der Fall ist? Eben- rf Eisen im gewöhnlichen Zustande einer der Glüh- ahen Temperatur, um den Sauerstoff der Luft aufzu- ; man kann aber hieraus nicht schliefsen, dafs es erst Hitze elektrisch polarisirt wird, denn es oxydirt sich hnlicher Temperatur bei Gegenwart von Wasser und hne dieses, wenn es durch Reduction mit Wasserstoff- feuervertheiltem Zustande dargestellt ist. Diese leicht ehrenden Beispiele beweisen, dafs in solchen Stoffen i niederer Temperatur die Affinität oder, nach Ber- , die elektrische Polarität existirt, dafs sie aber be- r Umstände bedarf, um sich äufsern zu können. Es ermit die in der Lehre von der Affinitätsgröfse ent- n Gründe zu vergleichen, die es wahrscheinlich ma- lafs sich die Affinität nicht mit der Temperatur ändert. mgekehrt die Zersetzung des Goldoxyds in der Hitze rklärt wird, dafs das Gold in höherer Temperatur seine he Polarisation verliert, so steht hiermit im Wider- dafs das Gold gerade in der Hitze mit Schwefelka- rbindbar ist.

Wenn nicht die Affinität der Stoffe, sondern ihre elek- Polarität die Ursache ihrer Verbindungen ist, so sollte inen, jeder Stoff, er sey einfach oder zusammenge- üsse sich mit jedem andern verbinden; man sieht nicht rum die in den Atompolen eines jeden Stoffes wenig-

stens bei gewissen Temperaturen vorhandenen entgegenge- ten Elektricitäten nur, bei einigen Stoffen Verbindungen gabessen, warum sich z. B. die im Quecksilber vorherrsche positive Elektricität wohl mit der negativen des Tellurs gleicht, aber nicht mit der des Kohlenstoffs oder Stickst

5) Da auch zusammengesetzte Stoffe, wie Säuren Salzbasen, chemische Verbindungen eingehn, so ist an den zusammengesetzten Atomen elektrische Polarisation nehmen. Hiervon läfst sich bei Verbindungen von 2 At leicht eine Vorstellung machen. In einem Atom Kali hat sich die negative Elektricität des Sauerstoffs mit der sitiven des Kaliums ausgeglichen, es bleibt der pos Pol des Sauerstoffs und der negative des Kaliums unver den und mit Elektricität begabt, und diese beiden Pole die des Kali's. Bei der Schwefelsäure dagegen treten die gative Pole von drei Sauerstoffatomen an den positiv von 1 Schwefelatom, welchem Pole man einen gew Umfang einzuräumen hat, damit sich die drei Sauerst daran legen und ihre Elektricität abgeben können. Schwefelsäure-Atom hat dann vier Pole, nämlich drei tive der drei Sauerstoffatome und einen negativen des Sch atoms. Wenn sich nun die Schwefelsäure mit dem Kali einigt, treten hier die drei positiven Pole des Sauerstoff Schwefelsäure an den negativen des Kaliums, oder ver sich der negative Pol des Schwefels mit dem positiven Sauerstoffs im Kali? Die Wahl wird hier schwer. Jede stellt sich die Theorie, wenn man sie so im Einzelnen d zuführen sucht, verwickelter heraus, als sie beim ersten blick erscheint.

6) Bestätigt sich die Erfahrung von Faraday, dafs zur nung von zwei heterogenen Atomen durch den elektrischen St ihre Natur sey, welche sie wolle, gleich viel Elektricität verb wird, so verträgt sich mit der Berzelius'schen Theorie nicht die nothwendige Folgerung, dafs bei der Verbindung von heterogenen Atomen sich gleich viel positive und negative El tricität vereinigen mufs, das eine Atom sey irgend ein Metall Wasserstoff und das andere sey Sauerstoff, Chlor oder anderer elektronegativerer Stoff. Denn nach Berzelius ruht das gröfsere Bestreben des Sauerstoffs, sich mit als mit Kupfer zu verbinden, eben darauf, dafs er

ive Elektricität, die ersteres Metall in gröſserer Menge ent-
, mehr negative Elektricität abgeben kann.

7) Man sieht bei dieser Theorie nicht ein, durch welche
die verbundenen Stoffe zusammengehalten werden. Sie
sich wechselseitig an durch ihren Gehalt der entge-
setzten Elektritäten; nachdem sich aber diese bei der
nigung der Stoffe zu Feuer ausgeglichen haben, so sollte
meinen, die Atome müſsten auseinanderfallen und sich
Reiben und andere Kräfte leicht trennen lassen; das
gte Sahwefelkupfer müſste, vermöge der von Berzelius
Auflösungen angenommenen specifischen Affinität, an ko-
den Weingeist oder Oele den Schwefel abtreten. Diese
ierigkeit haben Dumas und Fechner auf verschiedene
zu heben gesucht. Dumas nimmt Folgendes an: wenn
zwei heterogene Atome, z. B. von Sauerstoff und Was-
ff, vereinigen, so lagert sich der negative Pol des erstern
den positiven des letztern und der positive des erstern an
egativen des letztern. Aber die Atome können bloſs die
ricität ihres einen Pols abgeben, und bloſs auf dieser
erfolgt die Verbindung zu Feuer, während die Elektri-
der andern beiden Pole, nämlich die positive des Sauer-
und die negative des Wasserstoffs, unvereinigt bleiben
durch ihre wechselseitige Anziehung die Atome zusam-
ten. Hier drängt sich die Frage auf, wie es sich denn
die elektrischen Polarisation der zusammengesetzten Atome
; ferner, warum die Atome bloſs die Elektricität des
ihrer Pole abgeben können, und warum denn doch ein
efelatom bei der Verbindung mit Sauerstoff die Elektri-
seines positiven Pols abgiebt und bei der Verbindung
etallen die seines negativen? Fechner[1] nimmt, um die
gedachte Schwierigkeit zu heben, eine solche Umände-
mit der Berzelius'schen Theorie vor, daſs eine neue ent-
Nach ihm verhalten sich zwei heterogene Atome bei
Berührung ebenso, wie zwei heterogene Massen. So
ei der Berührung von Kupfer und Zink negative Elek-
in das Kupfer und positive in das Zink tritt, so nimmt
ein Sauerstoffatom in Berührung mit einem Wasserstoff-
negative Elektricität auf und tritt positive an das letztere

[1] Schweigger's Journ. Th. LII. S. 27.

ab. Dieser Uebergang der beiden Elektricitäten, also *ihre Trennung*, veranlafst die Erscheinungen des Feu Anhäufung in den entgegengesetzten Atomen und we tige Anziehung ist die Ursache des Zusammenhalts der Jedes Wasseratom ist daher als ein galvanisches Platte betrachten.

8) Wenn der Sauerstoff bei der Wasserbildung Elektricität verloren hat und der Wasserstoff positive, entwickelt sich bei der Zersetzung des Wassers du elektrischen Strom der Sauerstoff gerade da, wo die Elektricität in das Wasser strömt, und der Wasserstof gativen Pol?

9) Einwürfe, die von BERZELIUS angenommene sche Reihe betreffend, können um so füglicher üb werden, als sie keine wesentliche Beziehung zu der urtheilten Theorie haben und als BERZELIUS diese nur als eine ungefähre gegeben hat.

Zeigt die Theorie eines solchen Meisters grofse rigkeiten, so steht zu erwarten, dafs auch jede ande jetzigen Zustande der Wissenschaft gemäfs entworf mangelhaft werde befunden werden. Diese Betracht mich jedoch nicht abhalten, diejenige Theorie mitt welche ich für jetzt als die wahrscheinlichste betracht Prüfung und Vergleichung verschiedener Ansichten we uns immer mehr der Wahrheit nähern.

Die beiden Elektricitäten sind Materien, welche gegen einander besitzen und aus deren Vereinigung n Verhältnisse, in welchem sie sich neutralisiren, Wärm entsteht. Sowohl die einzelnen Elektricitäten, als Wärme haben bedeutende Affinität gegen die wägbar und werden von diesen mit um so gröfserer Kraft un reichlicher gebunden, in einem je einfacheren Zust die wägbaren Stoffe befinden. Je nach ihrer Natur h neben einer verschiedenen Menge von Wärme einen oder einen geringern Ueberschufs bald der positiven negativen Elektricität gebunden. So enthält der Sch meiste positive und das Kalium die meiste negative cität. Die zwischen diesen beiden Extremen liegend halten eine gröfsere Menge von Wärme nebst einem Ueberschusse der einen oder anderen Elektricität und

nach ihrer Natur mannigfach abweichenden Verhältnisse bilden so eine elektrische Reihe.

Die Verbindung von zwei wägbaren Stoffen wird durch ei Kräfte bewirkt, nämlich durch die Affinität der wägba- Stoffe gegen einander und durch die Affinität der Elektri-, welche in dem einen Stoffe in verhältnifsmäfsig gröfse- Menge enthalten ist, zu der entgegengesetzten, welche im Stoffe verhältnifsmäfsig vorwaltet. Durch diese beiden wird die Affinität des elektronegativen Stoffs zu der ihm verbundenen positiven und die des elektropositiven zu der in ihm vorherrschenden negativen Elektricität wunden. Das Resultat der Verbindung ist Wärme, aus der inigung der beiden Elektricitäten erzeugt, und die neue Verbindung, welche noch Wärme und etwas über- ige positive oder negative Elektricität gebunden enthält, beides in viel geringerer Menge, als die Bestandtheile der Verbindung. So wie ein mit positiver Elektricität ge- Conductor, einem nicht oder negativ geladenen ge-, einen elektrischen Funken erzeugt, der aus der Ver- g eines Theils seiner positiven Elektricität mit negativer dern gebildet wird, und nun beide Conductoren in ersterem schwach negativ-elektrisch, in letzterem, je nach der Men- im zweiten Conductor enthaltenen negativen Elektricität, schwach positiv-elektrisch, nicht elektrisch oder schwach iv-elektrisch werden, ebenso entsteht bei der Verbindung Sauerstoffs mit einem brennbaren Stoffe Feuer aus der po- n-Elektricität des Sauerstoffs und der negativen des brenn- Körpers, und der oxydirte Stoff hält aufser gebundener me bald noch überschüssige positive Elektricität des Sauer-, bald noch überschüssige negative des brennbaren Körpers, besitzt hierdurch einen bald mehr elektronegativen, bald mehr ropositiven Charakter. Wenn sich der Schwefel mit dem rstoff vereinigt, so tritt er negative Elektricität an die ive des Sauerstoffs ab, die Verbindung hält vorzüglich positive Elektricität des Schwefels und erhält hierdurch elektronegativen Charakter; vereinigt sich dagegen der wefel mit Kalium, so tritt er an dessen reichlich vorwal- e negative Elektricität positive ab, das Schwefelkalium vorzüglich die negative Elektricität des Schwefels und dadurch elektropositiv.

Die Zersetzung einer wägbaren Verbindung durch d elektrischen Strom ist folgendermafsen zu erklären. Alle diese Weise zersetzbare Verbindungen sind schlecht leiten tropfbare Flüssigkeiten; vermöge des Widerstandes, welch sie den einströmenden Elektricitäten entgegensetzen, ver lassen sie dieselben, sich, statt mit einander, mit den zunä liegenden Bestandtheilen der Verbindung, gegen welche vorzugsweise Affinität haben, zu vereinigen. So verbin sich die positive Elektricität gleich da, wo sie in das Wa tritt, mit den Sauerstoffatomen zu Sauerstoffgas und die gative ebenso mit den Wasserstoffatomen zu Wasserstoff und in den dazwischen liegenden Theilen des Wassers v durch Uebereinanderschieben der Wasserstoff- und Sauerst atome das richtige Verhältnifs zwischen beiden Stoffen er ten. Die hier zugleich wirkenden Affinitäten der positi Elektricität zum Sauerstoff und der negativen zum Wasser überwinden die Affinität beider Stoffe gegen einander. Es i kein Widerspruch darin, dafs sich das eine Mal Wasser und Sauerstoff zu Wasser und die beiden Elektricitäte Wärme vereinigen, aber das andere Mal die beiden E tricitäten das Wasser in seine Bestandtheile zersetzen. D da im letzteren Falle die beiden Elektricitäten durch d schlechten Leiter getrennt sind, so kommt hier ihre wech

Sch. 67. seitige Affinität nicht mit in Betracht. Man setze z. B. Affinität der beiden Elektricitäten gegen einander = 2, der positiven zum Sauerstoff und die der negativen zum W serstoff jede = 5, die des Wasserstoffs zum Sauers = 9, so ist einzusehn, dafs bei der Wasserbildung die henden Kräfte 5 + 5 = 10 betragen und die trennen 9 + 2 = 11, dafs dagegen bei der Zersetzung des Was durch den elektrischen Strom die wechselseitige Affinität beiden Elektricitäten = 2 hinwegfällt, daher ihre Affinit zum Sauerstoff und Wasserstoff = 5 + 5 = 10 die Affinität Wasserstoffs zum Sauerstoff = 9 überwinden müssen. In len Fällen, wo eine wägbare Verbindung durch den ele schen Strom zersetzt wird, mufs daher allerdings angenom werden, dafs die Affinität der positiven Elektricität zum und die der negativen zum anderen Bestandtheil zusam mehr beträgt, als die der Bestandtheile gegen einander; die Zersetzbarkeit selbst sehr inniger Verbindungen (wie

nicht aller) durch den elektrischen Strom beweist noch
, dafs alle Trennungen und Verbindungen wägbarer Stoffe
durch die elektrische Kraft hervorgebracht werden.
Wird eine wägbare Verbindung durch höhere Tempera-
ersetzt, z. B. das Silberoxyd durch Glühhitze in Sauer-
gas und Silber, so ist hier anzunehmen, dafs die Affinität
Wärme zum Sauerstoff + der des Sauerstoffs zur positiven
des Silbers zur negativen Elektricität gröfser ist, als die Affi-
des Silbers zum Sauerstoff + der der beiden Elektricitäten
n einander; es zerfällt hiernach ein Theil der Wärme in
Bestandtheile und tritt als positive Elektricität an den
rstoff, als negative an das Silber. Mit den Zersetzungen Sch.
barer Verbindungen durch wägbare Stoffe möchte es sich end- 68.
folgendermafsen verhalten. Treibt in der Glühhitze das
den Sauerstoff aus dem Kali aus, Chlorkalium bildend,
es hierbei diejenige positive Elektricität, die es bei
r Verbindung mit reinem Kalium an dessen negative Elek-
abgegeben haben würde, an den Sauerstoff ab, der die
bei seiner Verbindung mit dem Kalium verloren hatte. Sch.
Kalium mit Wasser Kali und Wasserstoffgas liefert, so 69.
hier die negative Elektricität des Kaliums an den sich
ickelnden Wasserstoff über, der die seinige bei der Was-
dung an die positive Elektricität des Sauerstoffs abgetre-
atte. Dasselbe findet beim Auflösen des Zinks in ver-
ter Schwefelsäure statt; seine negative Elektricität tritt an Sch.
sich entbindende Wasserstoffgas. Wie sich hieraus der 70.
ische Strom erklären läfst, welcher sich zeigt, wenn das
mit einem elektronegativeren Metalle in Berührung ist,
ich an einem andern Orte[1] auseinandergesetzt.

2) Dynamische Hypothesen.

Eine Materie, die sich unsern Sinnen als zusammenhän-
darstellt, wie Glas u. s. w., ist es auch wirklich; sie be-
daher nicht aus Atomen und leeren Räumen, sondern
den Raum stetig. Die Materie ist daher an und für
nicht vermöge der Verengerung oder Erweiterung zwi-
ihr befindlicher Poren, fähig, sowohl sich zu verdichten

---

[1] Poggendorff's Ann. XLIV. 1.

als auch sich auszudehnen. Bei der chemischen Verbind können sich die Stoffe durch einander bis ins Unendliche theilen, so daſs im kleinsten Puncte der Verbindung b Stoffe zugleich vorkommen; die Stoffe lagern sich daher an einander, sondern *sie durchdringen sich*.

a) Kant's Theorie[1].

Die Materie ist etwas für sich Bestehendes und mit z Kräften, der Attractivkraft und der Repulsivkraft, begabt. ist ins Unendliche theilbar. Sie kann zwar durch äuſsere weit zusammengedrückt werden, aber nur bis zu einem wissen Puncte, weil mit der Verdichtung der Materie Repulsivkraft zunimmt. Die Wirkung der Materien auf ander, wobei sie durch eigene Kräfte wechselseitig die V bindung ihrer Theile ändern, ist die chemische; sie ist t Auflösung, theils Scheidung. Eine vollkommene Aufl würde diejenige seyn, die in ihren kleinsten Theilchen heterogenen Stoffe in demselben Verhältnisse enthielte, wie Ganzen; doch läſst es Kant unentschieden, ob diese j gebildet werde; aber denken lasse sie sich, denn wenn auflösende Kraft immer fortwirke, so müsse die Verth immer weiter gehn, bis ins Unendliche, wo dann der R der Auflösung von jedem der beiden heterogenen Stoffe gleicher Zeit gleichförmig erfüllt sey und sie sich somit du drungen haben.

b) Schelling's Theorie[2].

Die Materie entspringt aus dem Conflict der Attrac und der Repulsivkraft und ihre verschiedene Qualität be auf dem quantitativen Verhältnisse dieser Grundkräfte. chemische Proceſs findet nur bei heterogenen Stoffen statt, bei solchen, in deren einem das umgekehrte Verhältniſs Grundkräfte ist, als im andern. Die erzeugte Verbindun das mittlere dynamische Verhältniſs der Grundkräfte, die Processe in Thätigkeit gesetzt werden, und seine Eigensch weichen daher wesentlich von denen der Bestandtheile a

1 Anfangsgründe der Naturwissenschaft. Aufl. 3. S. 75.
2 Ideen zu einer Philosophie der Natur. Aufl. 2. 1803. S.

Literatur.

ffroy l'aîné des différents rapports observés en chimie ntre différentes substances. Mém. de l'acad. des Sc. de Paris 718. p. 202. 1720. p. 20.

Marherr chem. Abhandl. von der Verwandtschaft der Körper. Leipzig 1764.

izel Lehre von der Verwandtschaft. Dresden 1777.

Bergman de attractionibus electivis. Opuscula. Upsal. 1783. III. 291.

C. Wiegleb Revision der Grundlehren von der chemischen Verwandtschaft. Erfurt 1780.

Kirwan Physisch-chemische Schriften. Uebers. v. Crell. B. 1 — 5. Berlin u. Stettin 1783 — 1801.

ton de Morveau, Artikel *Affinité* und *Adhésion* in der cyclopédie méthodique. Chimie, Pharmacie et Métallurgie. Paris 1786. I. p. 535. Uebersetzt von Veit. Berlin 94.

Richter Anfangsgründe der Stöchiometrie. 3 Bände. slau und Hirschberg 1792 — 1794.

— Neuere Gegenstände der Chemie. Breslau. Heft. 7, 8, 9. 96 — 98.

thollet Recherches sur les lois de l'affinité. Paris 1801.

— Première et seconde suite des recherches sur les lois de finité. Zusammen übersetzt von Fischer. Berlin 1802.

— Troisième suite. Paris 1806. Uebers. in Gehlen Journ. Chem. u. Physik. Bd. III. S. 248.

— Essay de statique chimique. T. I. u. II. Paris 1803. ebers. von Fischer.

aubert Untersuchung der Verwandtschaft u. s. w. Erfurt 1803.

tten Revision der chemischen Affinitätslehre. Leipzig 1803.

-Lussac über die Verbindung gasartiger Substanzen mit ander. Nouv. Bull. de la soc. philom. 1809. T. I. p. 298. ebers. in Gilb. Ann. Th. XXXVI. S. 6.

— sur les précipitations mutuelles des oxides métalliques. nn. de chim. T. LXXXIX. p. 21. Uebers. in Gehlen N. llg. J. d. Chemie. Th. II. S. 487.

Dalton neues System des chemischen Theils der Naturwissenschaft. Uebersetzt v. Wolff. Berlin 1812. Th. I. S. 232.

omson of the Daltonian theory of definite proportions. Thoms. Ann. of philosophy. T. II. p. 32. 109. 167 und 93. T. III. p. 134 u. 375. T. IV. p. 11 u. 83. T. V.

p. 194. T. VII. p. 142. T. XI. p. 128 u. 431. T. p. 161 u. 107. Philips Ann. of philosophy. T. I. p. 3 p. 125.

Berzelius Abhandlungen. vorzüglich die Stöchiometrie Electrochemie betreffend. Gilbert Ann. Th. XXXVII. u. 415. Th. XXXV. u. S. 161. Th. XL. S. 162 u. 2

— — Thoms. Ann. of Philosophy. T. II. p. 443. T. 51. 92. 244 u. 357. Journ. u. Schweigger Journ. Th. S. 415. Th. XII. S. 24. Th. XIV. S. 446. Th. XV. S. Th. XXI. S. 307. Th. XXII. S. 31 u. 317.

— — Schweigger Journ. Th. XXIII. S. 98. 129 u. 277. XXX. S. 112.

— — Ann. de chim. et phys. T. XIV. p. 363. T. XVII.

— — Poggendorff Ann. Th. VII. S. 397. Th. VIII. S. 177. Th. XIV. S. 578. Th. XIX. S. 325. Th. XXI. S. T. XXVI. S. 326. T. XXVIII. S. 385.

— — über die chemischen Proportionen und die chemischen Wirkungen der Elektricität. Dresden 1820.

— — Lehrbuch der Chemie. Ausg. 3. Dresden u. Leipz. I. S. 3. Th. V. S. 3. 1833—35.

Prout on the relation between the specific gravities of dies etc. Thoms. Ann. of philos. T. VI. p. 321.

Meinecke chemische Meſskunst. 2 Bände. Halle u. Le 1815 u. 1817.

— — über die Dichtigkeit der elastisch-flüssigen Körper Schweigger Journ. Th. XXII. S. 137.

G. Bischof Lehrbuch der Stöchiometrie. Erlangen 1819.

Bernhardi über Krystallogenie u. s. w. Gehlen Journ. Chemie u. Physik. Th. VIII. S. 390. Schweigger Journ. Th. XXXII. S. 1. Th. XXXVII. S. 387. Trommsdorff Journ. f. Pharm. Th. VII. H. 2. S. 40. Th. IX. H. 2. S.

Mitscherlich sur la relation qui existe entre la forme cristalline et les proportions chimiques. Ann. de chim. phys. T. XIV. p. 172. T. XIX. p. 359. T. XXIV. p. u. 355. Poggendorff Ann. Th. XII. S. 137. Th. XXV. 300. Th. XXIX. S. 193. Th. XXXI. S. 281.

— Lehrbuch der Chemie. Aufl. 2. 1834. Th. I. S. 438.

E. Turner on the composition of chloride of baryum. Phil. Transact. 1829. p. 291.

— experimental researches on atomic weights. Phil. Transact. 1833. p. 523.

H. Buff Lehrbuch der Stöchiometrie. Nürnb. 1829.

O. B. Kühn Lehrbuch der Stöchiometrie. Leipz. 1837.

. Gmelin Einleit. in die Chemie. Tübing. 1835 — 37.
. II. Abth. 2.

rten über das Verhältnifs der Mischung zur Form. Schweig-
Journ. Th. LXV. S. 320 u. 394.

r on the mathematical principles of chemical philoso-
. Phillips Ann. of Philos. T. X. p. 372.

neues Verfahren, die Atomgewichte der Körper zu be-
men. Kastn. Archiv Th. XXII. S. 322.

cus über Amorphismus. Schweigger Journ. Th. LXVII.
418. Poggendorff Ann. Th. XXXI. S. 577.

mas sur quelques points de la théorie atomistique. Ann.
chim. et phys. T. XXXIII., übers. Poggendorff Ann.
IX. S. 293 u. 416.

- Leçons sur la philosophie chimique. Paris. Philosophie
Chemie, übers. v. Rammelsberg. Berlin 1839.

aham Elements of Chimistry. London 1838.

oz introduction à l'étude de la chimie moléculaire. Pa-
Strasb. 1839.

G.

Vesta.

er letzte von den im gegenwärtigen Jahrhundert ent- n vier neuen Planeten, von denen *Ceres* am 1. Januar von Piazzi in Palermo, *Pallas* am 28. März 1802 von s in Bremen, *Juno* am 1. September 1804 von Har- n Lilienthal und *Vesta* am 29. März 1807 wieder von s entdeckt worden ist. Vesta ist zugleich, nach Schrö- Messungen, der kleinste von allen Planeten unseres nsystems, da der Durchmesser derselben nur 50 geogr. n betragen soll, so dafs demnach ihr körperlicher In- n dem unserer Erde 25000 und selbst in dem unseres es noch 540 Mal enthalten seyn würde. Dieses kleinen messers ungeachtet erscheint doch Vesta zuweilen äu- hell beleuchtet, was eine besondere Oberfläche, z. B. piegelnden Diamantfelsen, vermuthen läfst. Ihr Zeichen ist odurch der Altar der Göttin Vesta mit dem ewigen Feuer tellt werden soll.

a hier dieser sogenannten neuen Planeten zum letzten in diesem Werke Erwähnung geschieht, so wird es

zweckmäſsig scheinen, das bisher zu unserer Ken
kommene kurz zusammenzustellen.

Die *mittleren Entfernungen* derselben von
oder die *halben groſsen Axen* ihrer elliptischen Ba
wenn die halbe groſse Axe der Erdbahn als Einhe
gesetzt wird,

Vesta . .	⚶ . .	2,3615
Juno . .	⚵ . .	2,6695
Ceres . .	⚳ . .	2,7709
Pallas . .	⚴ . .	2,7726.

Daraus folgen nach dem bekannten Kepler'schen G
Umlaufszeiten dieser Planeten um die Sonne:

	siderisch				tropisch				sy
Für Vesta	3 J.	229 T.	17 St.	38 M.	3 J.	229 T.	13 St.	9 M.	1 J. 1
- Juno	4	132	1	36 -	4	131	19	8 -	1 1
- Ceres	4	223	17	38 -	4	223	10	25 -	1 1
- Pallas	4	225	7	19 -	4	225	0	4 -	1 1

Die *Epochen* oder die mittleren Längen dieser Pla
den 23. Juli 1831 im mittlern Mittag Berlins hat m

für Vesta . .	84°	47′	3″,2
- Juno . .	74	39	43,6
- Ceres . .	307	3	25,6
- Pallas . .	290	38	11,8.

Die *Excentricitäten* der Bahnen gegen die halbe g
derselben sind

für Vesta . . .	0,0886
- Juno . . .	0,2556
- Ceres . . .	0,0767
- Pallas . . .	0,2420.

Die *Länge des Periheliums* für die oben angezeigt
des 23. Juli 1831 ist

für Vesta . .	249°	11′	37″
- Juno . .	54	17	12
- Ceres . .	147	41	23
- Pallas . .	121	5	0

ngen *des aufsteigenden Knotens* ihrer Bahnen in der sind

für	Vesta . .	103°	20′	28″
-	Juno . .	170	52	34
-	Ceres . .	80	53	50
-	Pallas . .	172	38	30.

gungen dieser Bahnen gegen die Ekliptik sind

für	Vesta . .	7°	7′	57″
-	Juno . .	13	2	10
-	Ceres . .	10	36	56
-	Pallas . .	34	35	49.

iältnisse ihrer Durchmesser, ihrer obern Flächen und perlichen Inhalts zu dem der Erde sind, nach Her- und Schröter's (übrigens, wie es scheint, nicht sehr hen) Messungen

	Durchmesser ..	Oberfläche ..	Volumen
ir Vesta . .	0,03 . .	0,001 . . .	0,00005
- Juno . .	0,18 . .	0,03 . . .	0,005
- Ceres . .	0,20 . .	0,04 . . .	0,008
- Pallas . .	0,26 . .	0,07 . . .	0,017,

die Durchmesser dieser Planeten in geographischen olgen

für	Vesta . .	50
-	Juno . .	300
-	Ceres . .	340
-	Pallas . .	450.

findet man für die Entfernungen dieser Planeten von ne in geograph. Meilen

	Mittlere . . .	Größte . . .	Kleinste
esta . .	48803000 . .	53127000 . .	44479000
ıno . . .	55168000 . .	69268000 . .	41068000
eres . . .	57263000 . .	61654000 . .	52872000
allas . . .	57298000 . .	71165000 . .	43431000

ihre Entfernungen von der Erde in Millionen geogr.

	Mittlere	Gröfste	Kleinste
für Vesta . .	48	74 . .	22
– Juno . .	55	90 . .	20
– Ceres . . .	56	82 . .	31
– Pallas . .	57	92 . .	22.

Aus diesen Angaben folgt zuerst die auffallende [illegible] dieser Himmelskörper. Der Durchmesser derselben in [illegible] phischen Meilen beträgt bei der Vesta 50, bei Juno [illegible] Ceres 340 und bei der Pallas 450 solcher Meilen, der der Erde 1720 und der des Mondes 454 M. [illegible] Die Oberfläche der Erde hat 9282000, die des Mond[illegible] und die der Vesta nur 9300 geographische Quadrat[illegible] der Vesta würde daher ein Reisender, der täglich [illegible] len zurücklegt, in zwei Wochen schon seine Antip[illegible] suchen und in einem Monate die sogenannte Reis[illegible] Welt machen können.

Das zweite Auffallende bei diesen neuen Planet[illegible] nahe Uebereinstimmung ihrer Umlaufszeiten, also [illegible] mittleren Distanzen von der Sonne. Während [illegible] Planeten durch sehr grofse Zwischenräume von ein[illegible] trennt sind, sieht man die Bahn dieser vier Planeten [illegible] sehr kleinen Raum des Himmels eingeschlossen und [illegible] ge, welche sie bilden, beinahe in einander geschlun[illegible] dafs sie sich demnach unter günstigen, für sie selbst [illegible] sehr ungünstigen Verhältnissen einander sehr nahe und selbst leicht auf einander stofsen können, wenn [illegible] der Folge der Zeiten ihre Elemente durch die Einwir[illegible] Säcular-Störungen gröfsere Veränderungen werden haben.

Es ist wahrscheinlich, dafs sich in dem sehr Zwischenraume von Mars bis Jupiter noch mehrere kleinen Planeten befinden, die wir aber bisher nicht haben und vielleicht noch lange unter den viel klei[illegible] sternen übersehn werden. Olbers hat die Ansich[illegible] stellt, dafs diese kleinen Planeten vielleicht nur Trüm[illegible] nes anderen grofsen sind, der durch die Wirkung Kräfte geborsten oder durch den Anstofs eines äufse[illegible] pers zersprengt worden seyn könnte. Der jüngere H[illegible] der diese Ansicht nicht gelten lassen will, macht dabei

kung: *This may serve as a specimen of the dreams, in ich astronomers, like other speculators, occasionally and mlessly indulge.* Allein ein anderer Schriftsteller, Lichtberg in Göttingen, ist der Meinung, dafs man die Leute das, was in ihnen ist, oft sehr gut aus ihren Träumen er-. Der hier in Rede stehende Traum, wenn er einer verhalf dem, der ihn geträumt hat, zur Entdeckung der . Olbers hatte nämlich schon früher bemerkt, dafs Juno, und Pallas, da sie beinahe dieselbe mittlere Entfer- von der Sonne haben, auch einander immer sehr nahe men müssen, so oft ihre Knoten nahe in dieselbe Him-gegend fallen, wie dieses z. B. mit Ceres und Pallas in 300 Jahren der Fall seyn wird und auch in frühern Zei-ne Zweifel schon oft gewesen ist. Ein solches Zusam-ffen spricht allerdings für einen gemeinschaftlichen, dem erwähnten vielleicht ähnlichen Ursprung, und dieses lei-ihn daher auf die Idee, noch andere solcher Planeten in nigen Gegend des Himmels aufzusuchen, wo diese Ver-ung der Knoten statt haben kann, wofür er den nördli- Flügel der Jungfrau und den ihm entgegengesetzten Punct em hintern Ende des Wallfisches angegeben hatte. Er erte daher die Astronomen auf, diese Gegenden fleifsig urchsuchen, und indem er diesen seinen Rath selbst befolgte, war er, der schon früher die Pallas ent- hatte, so glücklich, auch noch die Vesta zu finden. Die- Fund war daher nicht, wie so viele andere, blofs dem en Zufalle zuzuschreiben, sondern das Glück wurde durch rlegung herbeigeführt, und es läfst sich darauf mit Recht schöne Stelle des alten Dichters anwenden:

Οὐ τύχης, οὐκ ἀρετῆς, ἀλλ' ἀρετῆς εὐτυχομένης.

t dem Glücke, nicht dem Verdienst, sondern dem glück-en Verdienst.

Wie wir oben gesehn haben, so sind besonders von zweien er Planeten die Excentricitäten ihrer Bahnen sehr grofs, urch sie den langgestreckten elliptischen Bahnen der Ko-en ähnlich werden. Bei Juno und Pallas beträgt diese entricität schon den vierten Theil ihrer mittlern Entfer-g von der Sonne, während sie z. B. bei der Erde nur den ihundertsten und bei der Venus noch nicht den einhun-

dertsten Theil ihrer mittlern Entfernung beträgt. Ebe
gewöhnlich grofs sind die Neigungen ihrer Bahnen g
Ekliptik, bei der Juno 13 und bei der Pallas 34
Grade. Dadurch hat der alte Thierkreis seine Be
verloren, da er, dessen Breite nur 47 Grade beträgt,
Grade haben müfste, wenn er noch die Zone in sich
fen sollte, welche die Planeten, von der Sonne gese
überschreiten. Eigentlich sollte man aber die Längen
Bahnen nicht gegen die Ekliptik, sondern gegen den
äquator betrachten, da sie, nach LAPLACE's sinnreich
pothese, wahrscheinlich alle in der Nähe dieses Aequat
standen sind. Wenn man die bekannten Knotenlä
Neigungen dieser Bahnen in Beziehung auf die Ekli
der Länge des aufsteigenden Knotens des Sonnenäquat
gleich 257° 50′ ist, und mit der Neigung dieses Aeq
gen die Ekliptik, die 7° 15′ beträgt, vergleicht, s
man durch die bekannten Vorschriften der sphärische
nometrie folgende Resultate:

	Rectascension des aufsteigenden Knotens der Bahn			Neigung d Bahn	
	gegen den Sonnenäquator				
für Mercur . . .	316°	51′	. . . . .	2°	54′
- Venus . . .	242	45	. . . . .	4	9
- Erde . . .	248	0	. . . . .	7	30
- Mars . . .	254	21	. . . . .	5	50
- Vesta . . .	180	33	. . . . .	4	28
- Juno . . .	197	3	. . . . .	16	28
- Ceres . . .	208	43	. . . . .	3	43
- Pallas . . .	182	19	. . . . .	37	8
- Jupiter . . .	242	5	. . . . .	6	24
- Saturn . . .	231	12	. . . . .	5	57
- Uranus . . .	247	30	. . . . .	6	44

Man sieht hier noch deutlicher die geringe Differenz de
ten und die grofsen Neigungen ihrer Bahnen, besond
Juno und Pallas. Diese grofsen Excentricitäten und N
gen haben die vier neuen Planeten auch in einer ande
ziehung den Astronomen sehr interessant gemacht. Man
dafs wir das schwere und verwickelte Problem der dre
per, d. h. dafs wir die Störungen, welche die Planeten

r erleiden, nur *annähernd* auflösen können, indem wir h ergebenden Ausdrücke, die in geschlossenen Formen ere Analysis ganz unbrauchbar sind, in Reihen ent- und von diesen Reihen nur die ersten Glieder be- . Glücklicherweise nämlich sind die meisten die- ihen sehr convergent, man kann daher die spätern, ineren Glieder derselben ohne bemerkbaren Nachtheil rglassen. Diese Convergenz und sonach die Möglich- serer Auflösung jenes Problems ist aber eine unmittel- olge der Einrichtung der Natur, nach welcher die Ex- itäten und die Neigungen der älteren Planetenbahnen ich nur sehr klein sind. Bei den vier neuen Planeten dieses, wie wir so eben gesehn haben, nicht der jene Reihen lassen sich daher auch für sie nicht mehr hen, wenn man nicht eine grofse Anzahl ihrer ersten berücksichtigt, wodurch jedoch der eigentliche Vor- en eben diese Reihen gewähren sollen, wieder zerstört würde. Wir sind daher gezwungen, auf andere Mit- denken, um jene Approximationen noch weiter treiben nen, und dieses wird daher für die Geometer eine ssung seyn, ihre bisherigen Methoden zu erweitern vervollkommnen, um dadurch die Geheimnisse des ls näher kennen zu lernen.

diese kleinen Himmelskörper dem gröfsten Planeten Sonnensystems, dem Jupiter, zuweilen sehr nahe kom- erleiden sie von demselben auch sehr grofse *Stö-*. Dieser Umstand giebt ein Mittel, durch einen Schlufs rts die Masse des Jupiter mit grofser Genauigkeit zu nen. Bisher ist die Masse dieses Planeten nur mit seiner vier Satelliten bestimmt worden. Es war daher nd, dafs dieser neue Weg, den man zu demselben gefunden hatte, zu einer von jener ersten beträchtlich iedenen Massenbestimmung Jupiters führte. Die Astro- wurden durch diese Verschiedenheit längere Zeit hin- in nicht geringe Verlegenheit gesetzt, bis endlich Airy fsten Elongationen der Jupiterssatelliten durch seine ei- Beobachtungen genauer zu bestimmen suchte, als die- snd zu Newton's Zeiten gethan hat, und nun zeigte ie gewünschte Uebereinstimmung sofort, da die Masse s, wie sie aus seinen Satelliten und aus seinen Störungen

der neuen Planeten folgte, sehr nahe dieselbe war. Sa[...] in Padua hat seitdem diese Beobachtungen der Satelliten [...] derholt und ebenfalls sehr nahe mit Airy übereinstim[...] Resultate gefunden.

Noch wollen wir der sonderbaren Verschiedenheit[...] denken, unter denen sich diese vier Planeten den Beob[...] häufig darstellen. Es fiel schon gleich nach ihrer Entd[...] auf, dafs sie, ihrer Kleinheit und Entfernung ungeachtet, [...] häufig in so hellem Lichte erscheinen. Ceres insbes[...] zeigt häufige Abwechselungen in ihrem Glanze. Zuweil[...] scheint sie sehr hell und meistens in einem röthlichen L[...] so dafs man sie auch wohl mit freien Augen sehn kann; [...] stens aber erblickt man sie nur in einem schwachen, w[...] chen Lichte, wo sie dann blofs durch Fernröhre sicht[...] Noch auffallender ist aber der Lichtwechsel der Vesta. O[...] dieser Planet bei weitem der kleinste unter diesen vie[...] roiden, wie sie Herschel genannt hat, ist, so hat [...] meistens ein sehr lebhaftes, den Fixsternen ähnliche[...] und unter günstigen Verhältnissen erscheint er selbst de[...] Auge als ein Fixstern der sechsten Gröfse, eine Ei[...] die, wie schon oben bemerkt, wahrscheinlich in der [...] dern Constitution seiner Oberfläche ihren Grund hat. [...] weilen sieht man sie auch mit einer Dunsthülle u[...] Bei Ceres und Pallas scheint sich diese Atmosphäre de[...] oft über hundert Meilen von ihrer Oberfläche zu erst[...] wo sie dann, nach Art mancher Kometen, in einen d[...] Nebel eingehüllt sind, der ihren eigentlichen Kern ga[...] sichtbar macht, während sie wieder zu andern Zeiten [...] begrenzt und in dem reinsten Fixsternlichte zu glänzen [...] nen. Es ist möglich, dafs auf der Oberfläche dieser vie[...] noch nicht ganz ausgebildeten Himmelskörper sehr bede[...] Aenderungen vor sich gehn, gegen welche unsere Stür[...] Ueberschwemmungen nur sehr gering zu achten sind.

L.

Vibrationssystem, s. Undulationst[...] rie.

Vollmond.

nilunium; Pleine Lune; *Full moon,* die
leuchtete Mondscheibe oder auch die Zeit, wo wir
d ganz beleuchtet sehn. Der Mond scheint uns aber
z beleuchtet, d. h. in der Gestalt einer ganzen hel-
scheibe, wenn er der Sonne gerade gegenüber steht,
er demnach seine von der Sonne eben beleuchtete
nz der Erde zuwendet[1]. Wenn also der Mond voll
geht er auf, wenn die Sonne untergeht, und unter,
Sonne aufgeht. Da er zu dieser Zeit zugleich in
ung der Schattenaxe der Erde steht, und da diese
gröſser ist, als der Halbmesser der Mondbahn, so
r Mond auch bei jedem Vollmonde in diesem Schat-
oder eine *Mondfinsterniſs* erleiden. Dieses ist aber
ner der Fall, obschon allerdings eine Mondfinster-
n sie sich wirklich ereignet, nur zur Zeit des Voll-
tt haben kann. Die Ursache dieser Ausnahme ist
des Monds. Dieser Himmelskörper geht nämlich in
en kreisförmigen Bahn um unsere Erde, aber die
ser Bahn liegt nicht in der Ekliptik, in welcher
erwähnte Schattenaxe immer liegen muſs, sondern
gen die Ekliptik um den Winkel von 5° 8′ 47″ ge-
d so kommt es, daſs der Mond zur Zeit des Voll-
wo er durch jenen Schatten gehn sollte, über oder
vorbeigeht und daher nicht verfinstert wird. Die
en haben über die Möglichkeit oder Unmöglichkeit
ndfinsterniſs folgende einfache Vorschrift aufgestellt.
eit des Vollmonds der Abstand des Mondmittelpuncts
n seiner Knoten kleiner, als 9° 31′, so hat für diesen
gewiſs eine Mondfinsterniſs statt; ist aber dieser
größser, als 12° 4′, so ist für diesen Vollmond eine
s unmöglich. Zwischen diesen beiden Grenzen ist
dfinsterniſs möglich, und man muſs daher für diesen
h eine vorläufige Rechnung auffinden, ob auch in
eine Finsterniſs statt haben kann, ehe man daran

Art. *Phasen.* Bd. VII. S. 466.

geht, sie mit Genauigkeit zu berechnen. Der kleinste u mögliche Vollschattenkegel der Erde hat die Länge v und 188640 geographischen Meilen, während die mit fernung des Monds von der Erde 51800 Meilen bet mehr als dreimal kleiner ist, als jene Schattenaxe, Mond, wenn er zur Zeit der Opposition nur nahe gen Ekliptik ist, immer ganz in den Schatten der Erde t in welchem er selbst unter den günstigsten Verhältnissen rere Stunden verweilen kann. Nicht so ist es bei nenfinsternissen, die zur Zeit des Neumonds statt entstehn, wenn der Mond seinen Schatten auf wirft. Der kleinste und gröfste Vollschattenkegel d beträgt nämlich nur 49400 und 51110 Meilen, sou selbst im günstigsten Falle, die Erde nur von d dieses Mondschattenkegels getroffen und nie ganz ve finstert werden. Ja zuweilen trifft dieser Schatten Erde nicht einmal mit seiner Spitze, dann sieht Theil der Erde eine *totale Sonnenfinsternifs*, aber ben dann diejenigen Bewohner der Erdfläche e *förmige Sonnenfinsternifs*, die in der Richtung d tenaxe des Mondes liegen.

Aus dem Vorhergehenden folgt zugleich, dafs nenfinsternisse immer nur auf einem gewissen Theile fläche der Erde sichtbar sind, während die Mondfi häufig den ganzen Mond verfinstern, so wie, dafs nenfinsternisse im Allgemeinen in Beziehung auf al der Erde viel häufiger seyn müssen, als die Mondfi Im Mittel fallen in 18 Jahren 41 Sonnenfinsternisse 29 Mondfinsternisse auf der Erde vor. Aber für e stimmten Ort, z. B. für Paris, sind umgekehrt die Stadt sichtbaren Sonnenfinsternisse fast dreimal seltene des Mondes. Man kann im Mittel annehmen, d bestimmte Ort der Erde in zweihundert Jahren totale und alle zwei Jahre irgend eine partiale Sonn nifs zu sehn bekommt. Anders verhält sich dieses übrigen Planeten, die, wie Jupiter, Saturn und Uran falls mit Monden versehn sind. Unser Mond macht n mal seinen Weg um die Erde in der Zeit, in we Erde einmal um die Sonne geht. Jene anderen Mo machen oft mehrere hundert, der innerste Saturnsmo

00 Umläufe um ihre Hauptplaneten, während dieser nur al um die Sonne geht. Auch zeigt sich jenen Monden Hauptplanet unter einem 400- bis 800mal gröſsern hmesser, als die Sonne, während die Bewohner unseres des die Erde nur 3½mal im Durchmesser gröſser sehn, als Sonne. Endlich sind auch die Bahnen jener anderen de viel weniger gegen die Ebene des Aequators ihres planeten geneigt, als dieses bei unsern Satelliten der st. Alles dieses trägt dazu bei, daſs auf jenen Planeten sternisse viel häufiger sind, als bei uns. So sieht z. B. er im Laufe eines seiner Jahre (d. h. in nahe zwölf un- Jahre) nahe 4500 Mond- und nahe ebenso viele Son- sternisse, während unser Mond deren nur zwei- oder e Jahre giebt.

Man hat schon öfter selbst von solchen Menschen, die onst wenig um die Erscheinungen des Himmels zu küm- pflegen, die Bemerkung gehört, daſs der Mond zur Zeit ollmonds im Winter sehr hoch und im Sommer sehr tief mmel steht, wenn er eben durch seinen Meridian geht. onne steht bekanntlich Mittags im Winter sehr tief und mmer sehr hoch, dort z. B. 18 und hier 65 Grade über Horizonte von Wien. Der Mond aber ist zur Zeit des nds der Sonne gerade gegenüber, also muſs er auch, wenn er sich wie die Erde in der Ekliptik bewegte, im er sehr tief und im Winter sehr hoch stehn. Wenn ch seine Bahn mit der Ekliptik zusammenfiele, so müſste r Zeit des Vollmonds im Winter in der Höhe von 65 m Sommer in der Höhe von 18 Graden culminiren. Al- eine Bahn ist gegen die Ekliptik um 5,1 Grade geneigt m diese 5,1 Grade kann seine mittägige Höhe noch ver- oder vermindert werden. Nimmt man die Schiefe der tik zu 23°,5 und die Neigung der Mondbahn gegen die tik zu 5°,1, so hat man, wenn der aufsteigende Knoten ondbahn mit dem Frühlingspuncte zusammenfällt, für die mögliche nördliche oder südliche Declination des Mondes $+ 5°,1 = 28°,6$, fällt aber jener Knoten der Mondbahn n Herbstpunct, so ist die gröſste nördliche oder südliche nation des Monds $23°,5 - 5°,1 = 18°,4$. Fällt endlich ufsteigende Knoten der Mondbahn in die beiden Solsti- so ist die gröſste nördliche oder südliche Declination des

Von diesen drei Factoren M, D und V, die a
Blättern der mechanischen und physischen Wissenscha
treten, wo es sich um die Kräfte, Bewegungen und
Eigenschaften der Körper von irgend einer Gestalt
haben wir es hier vorzüglich mit der Bestimmung de
oder des *Volumens* V dieser Körper zu thun, dessen
Kenntnifs besonders bei vielen physischen Untersuchun
nützlich, ja selbst nothwendig ist, daher eine allgem
leitung zu derselben in einem Werke dieser Art nicl
darf. Eigentlich gehört dieser Gegenstand der Inte
nung an, man pflegt daher gewöhnlich, so oft v
plicirteren Bestimmungen dieser Art die Rede ist, au
gen Werke zu verweisen, in welchen diese Gegenstä
ständlich behandelt werden. Die zwei vorzüglichsten
sind Euler's *Institutiones Calculi integralis.* 4 Vol.
tersburg 1792, deutsch von Salomon. Wien 1833,
croix *Traité du calcul diff. et intégral.* 3 Vol.
1797. Da es aber nicht Jedermanns Sache und a
den Geübteren nicht immer genehm ist, die Nach
für jede specielle Untersuchung in so voluminösen
nachzusuchen, so wird es, wie wir hoffen, nicht
messen erscheinen, hier eine für die meisten Fälle
men genügende und in dieser Form bisher noch ni
bene Anleitung zum kurzen und bequemen Gebrau
mengestellt zu sehn.

Nach den ersten Principien der Differentialrec
man bekanntlich für das Differential eines Productes
veränderlichen Gröfsen x und y den einfachen Aus

$$\partial . xy = x\partial y + y\partial x,$$

also auch, wenn man von allen Gliedern dieses Aus
Integral nimmt,

$$xy = \int x\partial y + \int y\partial x.$$

Dieser einfache, aber durch das ganze Gebiet de
rechnung höchst fruchtbare Satz zeigt, dafs, wenn
eine Function von x und wenn das Integral $\int x\partial y$ b
kannt ist, daraus auch sofort das Integral $\int y\partial x$, u
kehrt, durch die Gleichung

$$\int y\partial x = xy - \int x\partial y$$

abgeleitet werden kann. Man sieht, dafs bei dieser

auf eine schickliche Trennung des vorgelegten Integral-
ucks in zwei Factoren y und ∂x, oder x und ∂y an-
mt, wo von den beiden Producten $x\partial y$ oder $y\partial x$ das
ral des einen bereits bekannt ist oder doch leicht gefun-
werden kann.

Wir wollen nun diesen allgemeinen Ausdruck sogleich
nen speciellen Fall anwenden, der uns in der Folge von
tem Nutzen seyn wird, indem wir nämlich das Integral
dem Ausdrucke

$$\int \partial\varphi \,\text{Sin.}^m\varphi \,\text{Cos.}^n\varphi$$

en, wo m und n constante Gröſsen und φ eine willkür-
Variable bezeichnet. Zu diesem Zwecke wollen wir

$$y = (\text{Cos.}\,\varphi)^{m+n+2} \quad \text{und } \partial x = \frac{(\text{Tang.}\,\varphi)^m}{(\text{Cos.}\,\varphi)^2}\cdot\partial\varphi$$

en, wodurch daher auch wird

$$\partial y = -(m+n+2)\,(\text{Cos.}\,\varphi)^{m+n+1}\,\text{Sin.}\,\varphi\,.\,\partial\varphi$$

$$x = \frac{1}{m+1}\,(\text{Tang.}\,\varphi)^{m+1}.$$

ituirt man diese Werthe von x, y, ∂x und ∂y in un-
r vorhergehenden allgemeinen Gleichung, so erhält man

$$\text{Sin.}^m\varphi\,\text{Cos.}^n\varphi$$

$$\frac{1}{m+1}\text{Sin.}^{m+1}\varphi\,\text{Cos.}^{n+1}\varphi + \frac{m+n+2}{m+1}\int\partial\varphi\,\text{Sin.}^{m+2}\varphi\,\text{Cos.}^n\varphi \ldots (A)$$

auch umgekehrt, wenn man das letzte Glied dieser Glei-
g zuerst setzt,

$$\text{Sin.}^{m+2}\varphi\,\text{Cos.}^n\varphi$$

$$\frac{1}{m+n+2}\text{Sin.}^{m+1}\varphi\,\text{Cos.}^{n+1}\varphi + \frac{m+1}{m+n+2}\int\partial\varphi\,\text{Sin.}^m\varphi\,\text{Cos.}^n\varphi \ldots (A')$$

diese Gleichung (A) oder (A′) ist es, die wir allen un-
folgenden Untersuchungen zu Grunde legen wollen.

Wir könnten selbst bei diesen Gleichungen (A) oder (A′)
n bleiben und sofort zu den Bestimmungen des Volumens
Körper, die wir darauf gründen wollen, übergehn. Aber
man dann für jeden speciellen Fall den Gröſsen m und n
entsprechenden Werthe geben müſste, so wird es beque-
r seyn, für die einfachsten und am häufigsten vorkommenden

Fälle, wo m und n gleich den natürlichen Zahlen 1, 2 [illegible] sind, die Form der Gleichung (A) oder (A') gleich [illegible] entwickeln und sie zur bequemen Uebersicht in einer Tafel zusammenzustellen, aus der man dann die [illegible] ehende Form dieser Gleichung für jeden einzelnen F[illegible] gleich auf den ersten Blick nehmen kann.

Setzt man z. B. in der Gleichung (A') die Grösse [illegible] so erhält man

$$\int \partial\varphi \, \text{Sin.}^{m+2}\varphi = -\frac{1}{m+2}\, \text{Sin.}^{m+1}\varphi \, \text{Cos.}\varphi + \frac{m+1}{m+2}\int \partial\varphi \, \text{Sin.}[illegible]$$

Da man aber das Integral des letzten Theils für m [illegible] für m = 1, nämlich

$$\int \partial\varphi \, \text{Sin.}^0\varphi = \varphi \text{ und } \int \partial\varphi \, \text{Sin.}\varphi = -\text{Cos.}\varphi$$

bereits kennt, so erhält man auch, wenn man nach der Ordnung m = 0, 1, 2, 3 .. setzt,

$$\int \partial\varphi \, \text{Sin.}^2\varphi = -\tfrac{1}{2}\, \text{Sin.}\varphi \, \text{Cos.}\varphi + \tfrac{1}{2}\varphi$$
$$\int \partial\varphi \, \text{Sin.}^3\varphi = -\tfrac{1}{3}\, \text{Sin.}^2\varphi \, \text{Cos.}\varphi - \tfrac{2}{3}\, \text{Cos.}\varphi$$
$$\int \partial\varphi \, \text{Sin.}^4\varphi = -\tfrac{1}{4}\, \text{Sin.}^3\varphi \, \text{Cos.}\varphi + \tfrac{3}{4}\int \partial\varphi \, \text{Sin.}^2\varphi$$
$$\int \partial\varphi \, \text{Sin.}^5\varphi = -\tfrac{1}{5}\, \text{Sin.}^4\varphi \, \text{Cos.}\varphi + \tfrac{4}{5}\int \partial\varphi \, \text{Sin.}^3\varphi \text{ u. s. w.}$$

in welchen Ausdrücken man noch, wenn man will, di[illegible] tenzen von Sin. φ nach den bekannten Ausdrücken [illegible] Sinus und Cosinus der vielfachen Winkel 2φ, 3φ, [illegible] verwandeln kann. Setzt man dann in diesen Ausd[illegible] $90^\circ - \varphi$ statt φ, so erhält man auch die analogen Au[illegible] von $\int \partial\varphi \, \text{Cos.}^2\varphi$, $\int \partial\varphi \, \text{Cos.}^3\varphi$ u. s. w. Wenn man [illegible] der allgemeinen Gleichung (A') die Grösse $n = 0$ setzt, [illegible] hält man, wie man so eben gesehn hat, das Integr[illegible] $\int \partial\varphi \, \text{Sin.}^{m+2}\varphi$ oder von $\int \partial\varphi \, \text{Cos.}^{m+2}\varphi$ für die W[illegible] von $m = 0, 1, 2, 3 \ldots$ Setzt man ebenso in der Glei[illegible] (A') statt n die Grössen 1, 2, 3 . . ., so erhält man die [illegible] grale von

$$\int \partial\varphi \, \text{Sin.}^{m+2}\varphi \, \text{Cos.}\varphi,$$
$$\int \partial\varphi \, \text{Sin.}^{m+2}\varphi \, \text{Cos.}^2\varphi,$$
$$\int \partial\varphi \, \text{Sin.}^{m+2}\varphi \, \text{Cos.}^3\varphi \text{ u. s. w.,}$$

wo wieder m nach der Ordnung die Zahlen 0, 1, 2, 3 . . [illegible] zeichnet. Setzt man aber in der Gleichung (A) die Grös[illegible] gleich $-m$, so erhält man

$$\frac{\ldots\varphi\,\mathrm{Cos.}^n\varphi}{\mathrm{Sin.}^m\varphi} = -\frac{1}{m-1}\cdot\frac{\mathrm{Cos.}^{n+1}\varphi}{\mathrm{Sin.}^{m-1}\varphi} + \frac{m-n-2}{m-1}\int\frac{\partial\varphi\,\mathrm{Cos.}^n\varphi}{\mathrm{Sin.}^{m-2}\varphi},$$

mit diesem Ausdrucke erhält man

$= 0$ das Integral von $\int\frac{\partial\varphi}{\mathrm{Sin.}^m\varphi}$ für $m = 0, 1, 2, 3\ldots$

$=1$ - - - $\int\frac{\partial\varphi\,\mathrm{Cos.}\varphi}{\mathrm{Sin.}^m\varphi}$ - . . . .

$n=2$ - - - $\int\frac{\partial\varphi\,\mathrm{Cos.}^2\varphi}{\mathrm{Sin.}^m\varphi}$ - . . . .

ebenso erhält man auch für $n = -1, -2, -3\ldots$ das
…al von

$$\frac{\partial\varphi}{{}^m\varphi\,\mathrm{Cos.}\varphi},\ \int\frac{\partial\varphi}{\mathrm{Sin.}^m\varphi\,\mathrm{Cos.}^2\varphi},\ \int\frac{\partial\varphi}{\mathrm{Sin.}^m\varphi\,\mathrm{Cos.}^3\varphi}\ \text{u. s. w.}$$

…e auf einander folgenden Werthe von $m = 0, 1, 2, 3\ldots$
…man sieht ohne ausdrückliche Erinnerung, wie sich die-
Verfahren, so weit man nur will, leicht fortsetzen läfst.

Setzen wir noch in der obigen ersten Gleichung

$$\int y\,\partial x = xy - \int x\,\partial y$$

die Gröfse $y = \varphi^m$ und $\partial x = \partial\varphi\,\mathrm{Sin.}\varphi$,
…nach

$$\partial y = m\varphi^{m-1}\partial\varphi \text{ und } x = -\mathrm{Cos.}\varphi,$$

…hält man sofort

$$\int\varphi^m\partial\varphi\,\mathrm{Sin.}\varphi = -\varphi^m\,\mathrm{Cos.}\varphi + m\int\varphi^{m-1}\partial\varphi\,\mathrm{Cos.}\varphi.$$

Setzt man aber $y = \varphi^{m-1}$ und $\partial x = \partial\varphi\,\mathrm{Cos.}\varphi$,
…erhält man auf dieselbe Weise

$$\ldots^{m-1}\partial\varphi\,\mathrm{Cos.}\varphi = \varphi^{m-1}\,\mathrm{Sin.}\varphi - (m-1)\int\varphi^{m-2}\partial\varphi\,\mathrm{Sin.}\varphi,$$

ganz ebenso ist auch

$$\ldots^{-2}\partial\varphi\,\mathrm{Sin.}\varphi = -\varphi^{m-2}\,\mathrm{Cos.}\varphi - (m-2)\int\varphi^{m-3}\partial\varphi\,\mathrm{Cos.}\varphi.$$

Setzt man auch dieses Verfahren fort, und substituirt dann einzelnen Integrale in einander, so erhält man

$$\ldots^m\partial\varphi\,\mathrm{Sin.}\varphi$$
$$-\varphi^m\,\mathrm{Cos.}\varphi + m\varphi^{m-1}\,\mathrm{Sin.}\varphi + m(m-1)\varphi^{m-2}\,\mathrm{Cos}\varphi$$
$$- m(m-1)(m-2)\varphi^{m-3}\,\mathrm{Sin.}\varphi - \ldots$$

…wie auch

$\int \varphi^m \partial \varphi \, \text{Cos.} \varphi$

$= + \varphi^m \text{Sin.} \varphi + m \varphi^{m-1} \text{Cos.} \varphi - m(m-1) \varphi^{m-} \ldots$

$- m(m-1)(m-2) \varphi^{m-3} \text{Cos.} \ldots$

von welchen Reihen das Gesetz des Fortgangs für si... lich ist.

Die vorhergehenden Erläuterungen genügen, um ... erwähnte Tafel zu construiren, die wir hier aufstellen.

I. $\int \partial \varphi \, \text{Sin.}^m \varphi$, wo $m = 1, 2, 3 \ldots$

$\int \partial \varphi \, \text{Sin.} \varphi = - \text{Cos.} \varphi$,

$\int \partial \varphi \, \text{Sin.}^2 \varphi = -\frac{1}{4} \text{Sin.} 2\varphi + \frac{1}{2}\varphi$,

$\int \partial \varphi \, \text{Sin.}^3 \varphi = \frac{1}{12} \text{Cos.} 3\varphi - \frac{3}{4} \text{Cos.} \varphi$,

$\int \partial \varphi \, \text{Sin.}^4 \varphi = \frac{1}{32} \text{Sin.} 4\varphi - \frac{1}{4} \text{Sin.} 2\varphi + \frac{3}{8}\varphi$,

$\int \partial \varphi \, \text{Sin.}^5 \varphi = -\frac{1}{80} \text{Cos.} 5\varphi + \frac{5}{48} \text{Cos.} 3\varphi - \frac{5}{8} \text{Cos.} \varphi$,

$\int \partial \varphi \, \text{Sin.}^6 \varphi = -\frac{1}{192} \text{Sin.} 6\varphi + \frac{3}{64} \text{Sin.} 4\varphi - \frac{15}{64} \text{Sin.} 2\varphi \ldots$

II. $\int \partial \varphi \, \text{Cos.}^m \varphi$.

$\int \partial \varphi \, \text{Cos.} \varphi = \text{Sin.} \varphi$,

$\int \partial \varphi \, \text{Cos.}^2 \varphi = \frac{1}{4} \text{Sin.} 2\varphi + \frac{1}{2}\varphi$,

$\int \partial \varphi \, \text{Cos.}^3 \varphi = \frac{1}{12} \text{Sin.} 3\varphi + \frac{3}{4} \text{Sin.} \varphi$,

$\int \partial \varphi \, \text{Cos.}^4 \varphi = \frac{1}{32} \text{Sin.} 4\varphi + \frac{1}{4} \text{Sin.} 2\varphi + \frac{3}{8}\varphi$ u. s. f.

III. $\int \frac{\partial \varphi}{\text{Sin.}^m \varphi}$

$\int \frac{\partial \varphi}{\text{Sin.} \varphi} = \text{Log. nat. Tang.} \frac{1}{2}\varphi$,

$\int \frac{\partial \varphi}{\text{Sin.}^2 \varphi} = - \text{Cotg.} \varphi$,

$\int \frac{\partial \varphi}{\text{Sin.}^3 \varphi} = - \frac{\text{Cos.} \varphi}{2 \text{Sin.}^2 \varphi} + \frac{1}{2} \text{Log. Tang.} \frac{1}{2} \varphi$ u. s. f.

IV. $\int \frac{\partial \varphi}{\text{Cos.}^m \varphi}$.

$\int \frac{\partial \varphi}{\text{Cos.} \varphi} = \text{Log. Tang.} \frac{90° + \varphi}{2}$,

$\int \frac{\partial \varphi}{\text{Cos.}^2 \varphi} = \text{Tang.} \varphi$,

$\int \frac{\partial \varphi}{\text{Cos.}^3 \varphi} = \frac{\text{Sin.} \varphi}{2 \text{Cos.}^2 \varphi} - \frac{1}{2} \text{Log. Tang.} \frac{90° - \varphi}{2}$ u. s.

$$\text{V.} \int \frac{\partial \varphi}{\text{Sin.}^{m} \varphi \, \text{Cos.} \, \varphi}.$$

$$\frac{\partial \varphi}{\text{in.} \, \varphi \, \text{Cos.} \, \varphi} = \text{Log. Tang.} \, \varphi,$$

$$\frac{\partial \varphi}{\text{in.}^2 \varphi \, \text{Cos.} \varphi} = -\frac{1}{\text{Sin.} \, \varphi} + \text{Log. Tang.} \frac{90^\circ + \varphi}{2} \text{ u. s. f.}$$

$$\text{VI.} \int \frac{\partial \varphi}{\text{Sin.}^{m} \varphi \, \text{Cos.}^2 \varphi}.$$

$$\int \frac{\partial \varphi}{\text{Sin.} \, \varphi \, \text{Cos.}^2 \varphi} = \frac{1}{\text{Cos.} \, \varphi} + \text{Log. Tang.} \tfrac{1}{2} \varphi,$$

$$\int \frac{\partial \varphi}{\text{Sin.}^2 \varphi \, \text{Cos.}^2 \varphi} = -2 \, \text{Cotg.} \, 2 \varphi,$$

$$\text{VII.} \int \varphi^{m} \partial \varphi \, \text{Sin.} \, \varphi.$$

$$\varphi \, \partial \varphi \, \text{Sin.} \, \varphi = -\varphi \, \text{Cos.} \, \varphi + \text{Sin.} \, \varphi,$$

$$\int \varphi^2 \partial \varphi \, \text{Sin.} \, \varphi = -\varphi^2 \text{Cos.} \, \varphi + 2 \varphi \, \text{Sin.} \, \varphi + 2 \, \text{Cos.} \, \varphi,$$

$$\text{VIII.} \int \varphi^{m} \partial \varphi \, \text{Cos.} \, \varphi.$$

$$\int \varphi \, \partial \varphi \, \text{Cos.} \, \varphi = \varphi \, \text{Sin.} \, \varphi + \text{Cos.} \, \varphi,$$

$$\int \varphi^2 \partial \varphi \, \text{Cos.} \, \varphi = \varphi^2 \text{Sin.} \varphi + 2 \varphi \, \text{Cos.} \, \varphi - 2 \, \text{Sin.} \, \varphi.$$

kleine Tafel wird uns zu der nun folgenden Ausmes- der Körper von jeder Gestalt die besten Dienste lei- nd uns in den meisten Fällen des Nachsuchens in den erwähnten voluminösen Integralwerken gänzlich über-

Diese Ausmessung der Körper besteht eigentlich aus zwei tlich von einander verschiedenen Theilen, nämlich aus Bestimmung ihrer *Oberfläche* und aus der ihres körperli- Inhaltes oder ihres *Volumens.* Die erste dieser Bestim- gen nennt man die *Complanation*, die zweite die *Cu-* r der Körper. Wir wollen beide, wie sie es auch ih- atur nach sind, abgesondert betrachten und zuerst die einen Ausdrücke für diese Bestimmungen aufstellen, ehe sie auf gegebene specielle Fälle anwenden.

Die Grenzen der Körper sind Flächen, ebene oder krum- Eine solche Fläche messen oder bestimmen heifst, sie

mit einer andern bekannten Fläche, die man als die heit der Flächen annimmt, vergleichen. Die einfach ebenen Flächen ist das *Quadrat*, nach ihm das *Re* Das letzte wird daher auch schon durch das erste ge d. h. um die Fläche eines gegebenen Rechtecks zu besti untersucht man, wie vielmal dasselbe die Fläche eines drats, dessen Seiten sehr klein sind, wie vielmal es z. B Fläche eines Quadratzolls oder einer Quadratlinie u. s. w sich enthält. Enthält aber die eine Seite des Rechteck Seite jenes Quadrats, das man zur Einheit der Flächen a nommen hat, a mal und die andere Seite des Rechtecks b so sind offenbar a mal b oder ab dieser Quadrate in j Rechtecke enthalten, oder endlich, wie man sich auszudrü pflegt, die Fläche des Rechtecks ist gleich dem Product ner beiden Seiten, oder die Fläche des Rechtecks ist dem *Producte der Basis in die Höhe* desselben. Dies griff wird durch die ganze Lehre der Complanation d chen fortgesetzt, und es ist nur noch übrig, ihn die verwickelteren Falle gehörig anzuwenden. Da man weifs, dafs ein Parallelogramm von der Höhe und Basis Rechtecks auch eine gleiche Fläche mit demselben hat dafs ein Parallelogramm durch seine Diagonale in zwei che Dreiecke getheilt wird, so ist auch die Flache jedes rallelogramms gleich dem Producte der Basis in seine H und die Flache des Dreiecks ist gleich der Hälfte dieses ductes u. s. w.

Schwieriger wird aber die Anwendung dieses Begr auf solche ebene Flachen, die ganz oder zum Theil von kr Fig. men Linien begrenzt werden. Sey AM eine solche kru 36. Linie, deren Puncte M bekanntlich durch zwei auf ein senkrechte Coordinaten AP = x und PM = y bestimmt w den. Um die Fläche AMP, welche zwischen diesen drei nien AM, AP und PM enthalten ist, zu messen, denkt sich von dem nachstfolgenden Puncte m der Curve AM el falls eine Senkrechte mp auf die verlangerte Ap gezogen, dann das Viereck PMmp gleichsam das erste Wachsthum das Differential der gesuchten Fläche ausdrückt, welches durch ∂.F bezeichnen kann, wenn F die Flache A selbst vorstellt. Zieht man dann Mn parallel mit AP ist PM = pn, und man wird, analog mit dem Verhe

en, auch die Gröfse Pp $=\partial x$ als das Differential von $=x$, so wie die Gröfse mn$=\partial y$ als das Differential von $=y$ betrachten. Dieses vorausgesetzt besteht das Differential ∂F der gesuchten Fläche aus dem Rechtecke PMmp, nach dem Vorhergehenden gleich $y\partial x$, und aus dem Dreieck Mmn, das gleich $\frac{1}{2}\partial x \partial y$ ist, so dafs daher

$$\partial F = y\partial x + \tfrac{1}{2}\partial x \partial y$$

wird. Da aber nach dem Geiste der Differentialrechnung die unendlichkleinen Gröfsen gegen die endlichen weggelassen werden, so ist auch $y + \frac{1}{2}\partial y$ gleich y und daher

$$\partial F = (y + \tfrac{1}{2}\partial y)\partial x$$

$$\partial . F = y\partial x \quad . \; . \; . \quad (B)$$

Diese Gleichung giebt daher den allgemeinen Ausdruck des *Differentials* ∂F einer jeden ebenen, von krummen Linien begrenzten Fläche, aus dem dann durch Integralrechnung (wie wir später sehn werden, durch die oben aufgestellte kleine Tafel) die gesuchte Fläche F selbst abgeleitet werden kann. Man kann diesen Ausdruck offenbar auch so schreiben:

$$\partial^2 F = \partial x . \partial y,$$

wenn das Product $\partial x . \partial y$ die Flächen der kleinen Rechtecke Pa', a'b, bc'... bezeichnet, deren Basis Pp$=\partial x$ und gemeinschaftliche Höhe Pa $=$ ab $=$ bc $=$ mn $=\partial y$ ist, und wo der Ausdruck $\partial x . \partial y$ zweimal integrirt werden muss. Ebenso kann man, wenn man aus dem Anfangspuncte die geraden Linien AM und Am und dann aus dem Mittelpuncte A mit dem Halbmesser AM $=$ r den Kreisbogen Mn zieht, die Fläche AMmA $= \partial F$ als das Differential der Fläche ABMA$=$F ansehn. Dann ist nämlich AM$=$An$=$r, und wenn man den Winkel PAM durch φ bezeichnet, der Winkel MAm $= \partial\varphi$, so wie mn$=\partial r$, so dafs man daher das Differential ∂F gleich der Fläche der beiden Dreiecke AMn und Mmn setzen kann. Die gemeinschaftliche Basis beider Dreiecke ist Mn $=$ r$\partial\varphi$ und ihre Höhen sind r und ∂r, so dafs man daher hat Fig. 266.

$$\partial F = \tfrac{1}{2} r \partial\varphi (r + \partial r)$$

oder wieder, wenn ∂r gegen r unendlich klein ist,

$$\partial F = \tfrac{1}{2} r^2 \partial\varphi \quad . \; . \; . \quad (B')$$

woraus dann wieder durch Integralrechnung die endlicl
F abzuleiten ist.

Wenn wir nun zu solchen Flächen übergehn,
mehr in derselben Ebene liegen, so werden wir do
demselben Geiste der Differentialrechnung, annehmen
dafs jeder kleinste Theil derselben eine solche eben
Fig. 267. bildet. Seyen also die drei unter sich senkrechten AX, AY und AZ die Axen der Coordinaten x,
und M ein Punct der gegebenen krummen Fläche. Man l
den Punct M zwei Ebenen, deren die eine MQQM'
coordinirten Ebene der xz und die andere MQRN
coordinirten Ebene der yz parallel ist, so werden di
nen die gegebene Fläche in zwei Curven MM' und M
den. Nimmt man dann auf diesen Curven zwei dem
sehr nahe Puncte M' und N und legt man durch di
Puncte ebenfalls solche Ebenen NRR'N' und M'Q'R
den beiden coordinirten Ebenen der xz und yz para
so wird durch diese vier Ebenen auf der gegebenen
Fläche eine vierseitige Figur MNM'N' begrenzt, de
jection in der coordinirten Ebene der xy das Rechteck
ist. Ist daher wieder

$$AP = x, \quad PQ = y \quad \text{und} \quad QM = z,$$

so ist auch

$$QQ' = PP' = \partial x, \quad QR = Q'R' = \partial y \text{ und } M'$$

wenn Mn mit AX parallel gezogen wird. Es ist
die Fläche des ebenen Rechtecks QQ'RR' gleich ∂x
zuvor. Allein die Fläche des krummen Rechtecks M
kann ebenfalls, wegen der Kleinheit seiner Seiten, oh
lichen Fehler als ein ebenes Rechteck betrachtet werd
sen Fläche ganz in diejenige Ebene fällt, welche die
krumme Fläche in dem Puncte M *tangirt*, und da das erste
QQ'RR' $= \partial x \partial y$ die Projection des zweiten MN
so wird man auch die Fläche dieses zweiten Rechteck
ten, wenn man die Fläche des ersten durch den Cos
Winkels dividirt, welchen die unsere Fläche in M ta
Ebene mit der coordinirten Ebene der xy bildet.
Cosinus ist aber, wie man aus den ersten Elementen
lytischen Geometrie weifs, gleich

$$\frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2}}.$$

man also, analog mit dem Vorhergehenden, $\partial \Phi$ die dieses zweiten Rechtecks MNM'N', so hat man für alytischen Ausdruck derselben

$$\partial \Phi = \partial x \partial y . \sqrt{1+\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2} \;\ldots\; (C)$$

eser Ausdruck zweimal integrirt wird die ganze Ober- des gegebenen Körpers, z. B. der Kugel, des Kegels, lipsoids u. s. w., geben.

infacher wird dieser Ausdruck für $\partial \Phi$, wenn der Kör- essen Oberfläche Φ gesucht wird, durch Rotation einer en Linie um irgend eine Axe entstanden ist. Sey APB Fig. 268. Rotationsaxe, die wir zugleich für die Axe der x an- n, und sey AMmB die gegebene krumme Linie. Legt durch zwei sehr nahe Puncte M und m dieser Linie n, die senkrecht auf der Rotationsaxe stehn, so werden Ebenen unsere Rotationsfläche in Kreisen schneiden, de- r nahe gleiche Halbmesser PM = pm = y sind und Peripherie daher gleich $2\pi y$ ist, wenn π die bekannte h'sche Zahl 3,14159 ... bezeichnet. Dieses vorausge- ann man den Theil der Oberfläche unseres Rotations- , der zwischen den beiden Kreisen enthalten ist, als erfläche eines Cylinders betrachten, dessen Basis zum e eben jene Peripherie $2\pi y$ hat und dessen sehr kleine das Element Mm = ∂s des Bogens der rotirenden Curve ieses Element ist aber bekanntlich gleich

$$\partial s = \sqrt{\partial x^2 + \partial y^2},$$

man also hat

$$\partial \Phi = 2\pi y \partial s \;\ldots\; (C').$$

hn wir jetzt noch zu der Bestimmung des eigentlichen ens eines gegebenen Körpers über. Das Einfachste ist ohne , wenn wir den oben gegebenen Begriff von der Mes- r Ebenen unmittelbar auch auf die Messung der Kör- rtragen. Nach dem Vorhergehenden ist die Projection lements MNM'N' der einen Körper begrenzenden Flä- der Ebene xy gleich dem Rechtecke QRQ'R' = $\partial x \partial y$.

Das vierseitige Prisma MNRQ' aber, dessen Basis di Rechteck und dessen Höhe die Ordinate QM oder R'N'= ist, hat zu seinem Volumen das Product $z.\partial x \partial y$, und ses Product kann daher auch als das gesuchte Elemen Volumens V des Körpers selbst angesehn werden, so man also hat

$$\partial . V = z \partial x \partial y,$$

welcher Ausdruck daher zweimal integrirt werden mufs. kann ihn auch, analog mit dem Vorhergehenden, durch Gleichung

$$\partial V = \partial x \partial y \partial z \ . \ . \ . \quad (D)$$

darstellen, die, wie schon der erste Anblick zeigt, eine d che Integration erfordert. Diese letzte Form ist die rechtwinkligen Parallelepipedums R R' q q', dessen S Q Q' = R R' = ∂x, Q R = Q'R' = ∂y und Qq = R'r' = M' n sind, wobei also der Körper aus lauter solchen sehr nen rechtwinkligen Parallelepipeden zusammengesetzt ge wird.

Auch dieser Ausdruck wird einfacher, wenn der zu stimmende Körper durch Rotation einer Curve um die

Fig. 268. der x entstanden ist. Ist nämlich wieder der Halbmesser oder p m jener beiden Kreise gleich r und ist die senk Distanz P p derselben gleich ∂x, so kann man den zw diesen beiden Kreisen enthaltenen Theil des Körpers al nen Cylinder betrachten, dessen Basis gleich der Fläche Kreise oder gleich πy^2 und dessen Höhe gleich ∂x ist, dafs man also für das Element des Volumens dieser Kö den Ausdruck hat

$$\partial V = \pi y^2 \partial x \ . \ . \ . \quad (D').$$

Wir haben demnach, um alles Vorhergehende kurz zu menzustellen, folgende Ausdrücke: für das Element des gens s einer jeden ebenen Curve

$$\partial s = \sqrt{\partial x^2 + \partial y^2} \ . \ . \ . \quad (A),$$

für das Element der Fläche F einer Curve

$$\partial F = y \partial x \ . \ . \ . \quad (B)$$

oder zwischen den Polarcoordinaten r und φ

$$\partial F = \tfrac{1}{2} r^2 \partial \varphi \ . \ . \ . \quad (B'),$$

für die Oberfläche Φ der Rotationskörper

$$\partial \Phi = 2 \pi y \partial s \ . \ . \ . \quad (C')$$

endlich für das Volumen V dieser Körper

$$\partial V = \pi y^2 \partial x \;.\;.\;.\quad (D').$$

s vorausgesetzt gelangen wir nun zu dem eigentlichen ke unseres Vorhabens, nämlich der Integration dieser rücke für solche besondere Fälle, wie sie der Physi- ker gebraucht, die bisher nur mit Hülfe umständlicher über die Integralrechnung gefunden werden konnte, end wir sie alle mittelst der oben gegebenen kleinen Ta- urz und bequem darstellen wollen. Da aber jene Tafel, wir allen nun folgenden Untersuchungen zu Grunde legen n, nur trigonometrische Functionen enthält, während die hungen der Curven und Flächen gewöhnlich durch recht- lige Coordinaten x, y und z ausgedrückt werden, so wird unserm Zwecke angemessen, ja selbst nothwendig seyn, diese Gleichungen vorerst auf solche trigonometrische Fun- en zurückzuführen, also für Curven jede der beiden Coor- en x und y als eine solche Function zu betrachten, die man, man sogleich näher sehn wird, in den meisten Fällen sehr finden kann. Die bekannte Gleichung des Kreises z. B. ist

$$x^2 + y^2 = a^2,$$

den Halbmesser desselben bezeichnet. Setzt man nun Abscisse $x = a\,\mathrm{Cos.}\,\varphi$, so zeigt jene Gleichung sofort, dafs Ordinate $y = a\,\mathrm{Sin.}\,\varphi$ seyn mufs, so dafs man daher für Kreis folgende zwei Gleichungen hat:

$$x = a\,\mathrm{Cos.}\,\varphi \text{ und } y = a\,\mathrm{Sin.}\,\varphi.$$

die Ellipse, deren beide Halbaxen a und b sind, hat man o

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1,$$

man sieht leicht, dafs man diese einzelne Gleichung auch die folgenden zwei ersetzen kann:

$$x = a\,\mathrm{Sin.}\,\varphi \text{ und } y = b\,\mathrm{Cos.}\,\varphi.$$

o ist die Gleichung der Astrois

$$x^{\frac{2}{3}} + y^{\frac{2}{3}} = a^{\frac{2}{3}},$$

man wieder die beiden folgenden setzen kann:

$$x = a\,\mathrm{Cos.}^3\varphi \text{ und } y = a\,\mathrm{Sin.}^3\varphi.$$

den ersten Blick scheint damit nicht eben viel gewon- u seyn, da eine einzelne Gleichung doch im Allgemeinen

leichter zu behandeln seyn mufs, als zwei, deren ein andere bedingt. Dafs dieses aber nicht immer und bes nicht bei den hier vorliegenden Problemen der Fall ist, die Folge lehren. Hier begnügen wir uns zu erwähnen, sich dasselbe Verfahren auch auf die Gleichungen der F und zwar oft mit noch gröfserem Vortheile fortsetzen läfs aber dann der *einzigen* Gleichung der Fläche zwischen winkligen Coordinaten *drei* andere zwischen ihnen und trigonometrischen Functionen substituirt werden müssen ist z. B. die Gleichung der Kugel, deren Halbmesser a

$$x^2 + y^2 + z^2 = a^2.$$

Allein dafür kann man auch ganz ebenso allgemein d genden drei Gleichungen setzen:

$$x = a \,\mathrm{Cos.}\, \varphi \,\mathrm{Sin.}\, \psi,$$
$$y = a \,\mathrm{Sin.}\, \varphi \,\mathrm{Sin.}\, \psi,$$
$$z = a \,\mathrm{Cos.}\, \psi.$$

Die Oberfläche, die entsteht, wenn eine Ellipse, dere grofse und kleine Axe a und b ist, sich um ihre klein dreht, hat bekanntlich zur Gleichung

$$\frac{x^2 + y^2}{a^2} + \frac{z^2}{b^2} = 1,$$

oder auch, wie man leicht sieht, folgende drei Gleichun

$$x = a \,\mathrm{Cos.}\, \varphi \,\mathrm{Sin.}\, \psi,$$
$$y = a \,\mathrm{Sin.}\, \varphi \,\mathrm{Sin.}\, \psi,$$
$$z = b \,\mathrm{Cos.}\, \psi.$$

Die bekannte Gleichung des Kegels ist:

$$x^2 + y^2 = a^2 z^2$$

und dieselbe Fläche läfst sich auch ebenso allgemein d folgende drei Gleichungen ausdrücken:

$$x = a\varphi \,\mathrm{Cos.}\, \psi,$$
$$y = a\varphi \,\mathrm{Sin.}\, \psi,$$
$$z = \varphi,$$

welche Beispiele sich leicht auch auf andere der gewöh vorkommenden Flächen anwenden lassen.

Gehn wir nun zu unseren Integrationen über und trachten wir unter denselben zuerst diejenigen, welche für Bestimmung der Länge des Bogens einer gegebenen C bestehn, auf welcher Bestimmung bekanntlich die sogen *Rectification* der Curven beruht.

A. Rectification der Curven.

1) Der *Kreis*, dessen Halbmesser a ist, hat zur Glei- Fig. 269.

$$x^2 + y^2 = a^2.$$

...m, so wie in allen folgenden Figuren, wird die Ge-
... immer gleich x und die darauf senkrechte PM gleich
... Nimmt man also, wie zuvor,

$$x = a \text{ Cos.} \varphi \text{ und } y = a \text{ Sin.} \varphi,$$

...man auch

$$\partial x = -a \partial \varphi \text{ Sin.} \varphi \text{ und } \partial y = a \partial \varphi \text{ Cos.} \varphi.$$

...mirt man diese Werthe von ∂x und ∂y in der obigen
...ng (A), so erhält man

$$\partial s = a \partial \varphi$$

...von ist das bekannte Integral

$$s = a \varphi,$$

... Constante der Integration verschwindet, wenn s mit φ
... y zugleich verschwindet. Es ist daher der Kreisbo-
... $= a\varphi$, wenn der Winkel BAM $= \varphi$ ist, wie be-

...) Für die *Apollonische Parabel* NAM hat man die Fig. 270.
...ng

$$y^2 = a x$$

... den rechtwinkligen Coordinaten AP $= x$ und PM $= y$.
... aber

$$x = \tfrac{1}{4} a \text{ Tang.}^2 \varphi,$$

... man auch

$$y = \tfrac{1}{2} a \text{ Tang.} \varphi,$$

... daher ist

$$\partial x = \tfrac{1}{2} a \partial \varphi \frac{\text{Tang.} \varphi}{\text{Cos.}^2 \varphi} \text{ und } \partial y = \tfrac{1}{2} \cdot \frac{a \partial \varphi}{\text{Cos.}^2 \varphi}.$$

Werthe von ∂x und ∂y in der Gleichung (A) substi-
...eben

$$\partial s = \frac{\tfrac{1}{2} a \partial \varphi}{\text{Cos.}^3 \varphi}$$

...von erhält man nach der vorhergehenden Tafel N. IV.
das gesuchte Integral

$$s = \tfrac{1}{4} a . \left[\frac{\text{Sin.} \varphi}{\text{Cos.}^2 \varphi} - \text{Log. Tang.} \frac{90^\circ - \varphi}{2} \right],$$

... zugleich mit φ oder, was dasselbe ist, mit x ver-
...det.

Fig. 271. 3) Für die *Neil'sche* Parabel NAM hat man die beka[nnte]
Gleichung

$$y^3 = a x^2.$$

Setzt man aber $x = \frac{8}{27} a \,\text{Tang.}^3 \varphi$, so hat man auch

$$y = \frac{4}{9} a \,\text{Tang.}^2 \varphi,$$

und daher

$$\partial x = \frac{8a}{9} \cdot \frac{\text{Tang.}^2 \varphi}{\text{Cos.}^2 \varphi} . \partial \varphi \text{ und } \partial y = \frac{8a}{9} \cdot \frac{\text{Tang.} \varphi}{\text{Cos.}^2 \varphi} . \partial \varphi.$$

Damit giebt aber die Gleichung (A)

$$\partial s = \frac{8a}{9} \cdot \frac{\text{Sin.} \varphi}{\text{Cos.}^4 \varphi} . \partial \varphi.$$

Da aber $\partial . \frac{1}{\text{Cos.}^3 \varphi} = 3 \frac{\text{Sin.} \varphi}{\text{Cos.}^4 \varphi} . \partial \varphi$ ist, so hat man auch
das gesuchte Integral

$$s = \frac{8a}{27 \,\text{Cos.}^3 \varphi} + \text{Const.}$$

Zählt man den Bogen AM = s vom Scheitel A, so ist s =
für $x = \varphi = 0$ und daher

$$\text{Const.} = -\frac{8a}{27},$$

also auch der gesuchte Bogen AM der Neil'schen Parabel

$$s = \frac{8a}{27} \left(\frac{1}{\text{Cos.}^3 \varphi} - 1 \right).$$

Fig. 272. 4) Für die *Astrois* BCDE hat man die Gleichung

$$x^{\frac{2}{3}} + y^{\frac{2}{3}} = a^{\frac{2}{3}}.$$

Setzt man also

$$x = a \,\text{Cos.}^3 \varphi \text{ und } y = a \,\text{Sin.}^3 \varphi,$$

so erhält man

$$\partial s = -\frac{3a}{2} \partial \varphi \,\text{Sin.} 2 \varphi$$

und davon ist das Integral (Tafel N. I.)

$$s = \frac{3}{2} a \,\text{Cos.}^2 \varphi,$$

wenn $s = 0$ für $x = 0$ oder für $\varphi = 90°$ wird. Man
daraus, dafs der ganze Bogen CME jedes Quadranten g[leich]
$\frac{3}{2} a$ und dafs daher der ganze Umfang der Astrois gleich
oder gleich der dreifachen geraden Linie BC oder DE i[st]

Fig. 273. 5) Für die *Logistik* MBN hat man die Gleichung

$$x = e^y,$$

die Basis der natürlichen Logarithmen bezeichnet und oder AP = x und PM = y, so wie AC = 1 und CD = e etzt man aber $x = \text{Tang.}\,\varphi$, so ist

$$\partial x = \frac{\partial \varphi}{\text{Cos.}^2 \varphi} \text{ und } \partial y = \frac{\partial \varphi}{\text{Sin.}\varphi\ \text{Cos.}\varphi},$$

ich für die Gleichung (A)

$$\partial s = \frac{\partial \varphi}{\text{Sin.}\varphi\ \text{Cos.}^2 \varphi}$$

avon ist (Tafel VI.) das gesuchte Integral

$$s = \frac{1}{\text{Cos.}\,\varphi} + \text{Log. Tang.}\tfrac{1}{2}\varphi + \text{Const.}$$

. Für die *Cykloide* AMDB, deren erzeugender Kreis den Mittelpunct O und den Halbmesser OH = OM = a t die bekannte Gleichung zwischen den rechtwinkligen naten AP = x und PM = y Fig. 274.

$$x = a\ \text{Arc. Cos.}\left(1 - \frac{y}{a}\right) - \sqrt{2ay - y^2}.$$

man aber

$$x = a(\varphi - \text{Sin.}\varphi),$$

man auch

$$y = a(1 - \text{Cos.}\varphi),$$

Winkel MOH = φ ist, und damit giebt die Glei- (A)

$$\partial s = 2a\,\partial\varphi\,\text{Sin.}\tfrac{1}{2}\varphi,$$

das Integral nach Tafel I. ist

$$s = 4a(1 - \text{Cos.}\tfrac{1}{2}\varphi) \text{ oder } s = 8a\,\text{Sin.}^2\tfrac{1}{4}\varphi,$$

= 0 für $\varphi = 0$ verschwindet. Für $\varphi = 180°$ erhält n halben Bogen der Cykloide AMD = 4a und daher nzen AMDB = 8a, oder die ganze Länge der Cy- ist gleich dem achtfachen Halbmesser ihres erzeugenden

Für die *Kettenlinie* AMDB hat man die Gleichung Fig. 275.

$$e^{\frac{y}{a}} + e^{-\frac{y}{a}} = \frac{2(a+x)}{a},$$

= x und PM = y ist. Setzt man aber

$$x = \frac{a}{\text{Cos.}\varphi} - a,$$

lt man, wie man leicht sieht,

$$y = a \,\text{Log. Tang.}\, \frac{90^\circ + \varphi}{2}$$

und davon sind die Differentiale

$$\partial x = \frac{a \partial \varphi \,\text{Sin.}\varphi}{\text{Cos.}^2 \varphi} \text{ und } \partial y = \frac{a \partial \varphi}{\text{Cos.}\varphi},$$

so dafs man also für die Gleichung (A) erhält

$$\partial s = \frac{a \partial \varphi}{\text{Cos.}^2 \varphi},$$

wovon das Integral nach Tafel IV.

$$s = a \,\text{Tang.}\varphi$$

ist.

8) Ebenso kann man auch die bekannten *Spirallinien* Hülfe jener Tafel leicht rectificiren.

Fig. 276. Für die Spirale des *Archimedes* CMNAm hat man bekannte Gleichung $\nu = 2\pi r$, wo der Radius CM = r der ihm entsprechende Bogen AB = ν des Kreises ABD dessen Halbmesser als Einheit genommen wird. Setzt aber in die Gleichung (A) oder in

$$\partial s^2 = \partial x^2 + \partial y^2,$$

die Gröfse $x = r \,\text{Sin.}\nu$ und $y = r \,\text{Cos.}\nu$, so erhält man

$$\partial s^2 = \partial r^2 + r^2 \partial \nu^2$$

und wenn man in diesen allgemeinen Ausdruck von ∂s Werth $\partial r = \frac{\partial \nu}{2\pi}$ aus der Gleichung der Archimedischen Spirale substituirt, so hat man

$$\partial s = \frac{\partial \nu}{2\pi} \cdot \sqrt{1 + \nu^2}.$$

Um diesen Ausdruck nach unserer Tafel zu integriren, $\nu = \text{Tang.}\varphi$, so ist

$$\partial \nu = \frac{\partial \varphi}{\text{Cos.}^2 \varphi} \text{ und } \partial s = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{\partial \varphi}{\text{Cos.}^3 \varphi},$$

und damit giebt die Tafel IV. das Integral

$$s = \frac{1}{4\pi} \left[\frac{\text{Sin.}\varphi}{\text{Cos.}^2 \varphi} + \text{Log.} \frac{1 + \text{Sin.}\varphi}{\text{Cos.}\varphi} \right].$$

Fig. 277. Ebenso hat man auch für die *logarithmische Spirale* aM

$$r = a^\nu,$$

wo r = AM und wo ν der Winkel MAC der r mit durch den Pol A gehenden festen Geraden AC ist. Gleichung giebt aber

$$\partial r = a^{\nu} . \partial \nu . \text{Log.} a.$$

t man daher der Kürze wegen

$$b = \sqrt{\frac{1 + \text{Log.}^2 a}{\text{Log.}^2 a}},$$

det man

$$\partial s = \sqrt{\partial r^2 + r^2 \partial \nu^2} = a^{\nu} . \partial \nu . \sqrt{1 + \text{Log.}^2 a}$$

daher auch das Integral dieses Ausdruckes

$$s = b r.$$

die *hyperbolische Spirale* abdM hat man bekanntlich Fig. 278.

$$a = r . \nu,$$

M = r und der Winkel XCM = ν ist, und diese Glei- läſst sich ebenso, wie die vorhergehende, behandeln.

) Suchen wir noch, zum Beschlusse dieses ersten Ab- , die Rectification der *Ellipse* BDC, deren Halbaxen Fig. 279. a und AD = b sind. Nennt man AP = x und PM = y, man für die bekannte Gleichung dieser Curve

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1.$$

man aber x = a Sin. φ und y = b Cos. φ, so geht die allgemeine Gleichung (A) sofort in die folgende über:

$$\partial s = a \partial \varphi . \sqrt{1 - e^2 \text{Sin.}^2 \varphi},$$

man der Kürze wegen $a e = \sqrt{a^2 - b^2}$ sétzt.

Allein dieser Ausdruck läſst sich, wie man ihn auch, et- durch Einführung anderer Hülfsgröſsen, verändern mag, r durch unsere Tafel, noch auch sonst durch irgend ein l in einem *geschlossenen Ausdrucke* integriren. Ent- elt man aber die Gröſse $\sqrt{1 - e^2 \text{Sin.}^2 \varphi}$ nach dem Bino- n in eine Reihe, so erhält man

$$= a \partial \varphi \left[1 - \tfrac{1}{2} e^2 \text{Sin.}^2 \varphi - \frac{1}{1.2.2^2} e^4 \text{Sin.}^4 \varphi - \frac{1.3}{1.2.3.2^3} e^6 \text{Sin.}^6 \varphi - \frac{1.3.5}{1.2.3.4.2^4} e^8 \text{Sin.}^8 \varphi - .. \right].$$

einzelnen Glieder dieser Reihe aber lassen sich, wie man , nach Tafel I. integriren, so daſs man erhält

$$\frac{s}{a} = \varphi - \tfrac{1}{2}e^2\left(\tfrac{1}{2}\varphi - \frac{1}{2^2}\,\text{Sin.}2\varphi\right)$$
$$-\frac{1.1}{2.4}e^4\left(\frac{1.3}{2.4}\varphi - \frac{4}{2^4}\,\text{Sin.}2\varphi + \frac{1}{2^4.2}\,\text{Sin.}4\varphi\right)$$
$$-\frac{1.1.3}{2.4.6}e^6\left(\frac{1.3.5}{2.4.6}\varphi - \frac{15}{2^6}\,\text{Sin.}2\varphi + \frac{6}{2^6.2}\,\text{Sin.}4\varphi - \frac{1}{2^6.3}\,\text{Sin.}6\varphi\right) - \ldots$$

und wenn ae gegen a oder wenn e gegen die Einh[eit] sehr klein ist, wie dieses gewöhnlich bei den Ellipsen d[er Fall] ist, die man in der Astronomie und in andern physik[alischen] Prob[lem]en betrachtet, convergirt diese Reihe sehr ... mit ihren ersten Gliedern ... M zu finden, der dem ... en Quadranten oder den ... e zu erhalten, wird man ... = 90° = ½π setzen. Nim[mt man] dann ... viermal, so hat man für d[en Um]fang der ganzen ... Ausdruck

$$2a\pi\left[1 - (\tfrac{1}{2}e)^2 - \tfrac{1}{3}\left(\ldots e^2\right)^2 - \tfrac{1}{5}\left(\frac{1.3.5}{2.4.6}e^3\right)^2 - \tfrac{1}{7}\left(\frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}e^4\right)^2 \ldots\right.$$

Für a = b oder für e = 0 erhält man den Umfang de[s Krei]ses vom Halbmesser a, der also gleich $2a\pi$ ist, wie b[ekannt].

Das Vorhergehende wird hinreichen, den Nutzen [unse]rer Tafel bei den Rectificationen der Curven zu zeigen. [Gehen] wir nun zu der Bestimmung der ebenen Flächen über, [welche] diese Curven einschliefsen. Diese Bestimmung wird ge[wöhn]lich die *Quadratur* der Curven genannt.

B. Quadratur der Curven.

Diese wird, nach dem Vorhergehenden, durch die allgemeinen Ausdrücke bestimmt:

$$\partial F = y\,\partial x \;\ldots\; \text{(B)}$$

oder auch für Polarcoordinaten

$$\partial F = \tfrac{1}{2} r^2 \partial \varphi \;\ldots\; (B').$$

wir nun hier dieselben Curven wieder durchgehn, wir, zur Ersparung des Raumes, nur die Resultate der gehörenden Rechnungen anführen.

Für den *Kreis* hat man wieder $x^2 + y^2 = a^2$, also auch, $= a$ Sin.φ und $y = a$ Cos.φ gesetzt wird, statt der ng (B)

$$\partial F = a^2 \partial \varphi \,\text{Cos.}^2 \varphi$$

her nach Tafel II. das Integral

$$F = \tfrac{1}{2} a^2 (\varphi + \tfrac{1}{2} \text{Sin.} 2\varphi),$$

' mit φ zugleich verschwindet.

r $\varphi = \frac{1}{2}\pi$ erhält man die Fläche des Quadranten gleich also auch die Fläche des ganzen Kreises gleich $a^2\pi$, kannt.

Für die *Ellipse* ist

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

$$x = a \,\text{Sin.}\varphi, \quad y = b \,\text{Cos.}\varphi,$$

h die Gleichung (B)

$$\partial F = ab \,\partial \varphi \,\text{Cos.}^2 \varphi$$

her nach Tafel II.

$$F = \tfrac{1}{2} ab \,(\tfrac{1}{2} \text{Sin.} 2\varphi + \varphi),$$

$' = 0$ für $\varphi = x = 0$ verschwindet. Nimmt man diewth von F für $\varphi = \frac{1}{2}\pi$ viermal, so erhält man für die der ganzen Ellipse den Ausdruck $ab\pi$. Ist $a = b$, so nan für die Fläche des Kreises $a^2\pi$, wie zuvor.

Für die *Astrois* ist

$$x^{\frac{2}{3}} + y^{\frac{2}{3}} = a^{\frac{2}{3}}$$

$$x = a \,\text{Cos.}^3 \varphi, \text{ so wie } y = a \,\text{Sin.}^3 \varphi,$$

ch die Gleichung (B)

$$\partial F = -3a^2 \partial \varphi \,\text{Sin.}^4 \varphi \,\text{Cos.}^2 \varphi.$$

aber

$$\text{Sin.}^4 \varphi = \tfrac{1}{8} (\text{Cos.} 4\varphi - 4 \,\text{Cos.} 2\varphi + 3)$$

$$\text{Cos.}^2 \varphi = \tfrac{1}{2} (\text{Cos.} 2\varphi + 1).$$

Multiplicirt man diese Ausdrücke und bemerkt man, da
überhaupt

$$\text{Cos.}\,\alpha\,\text{Cos.}\,\beta = \tfrac{1}{2}\,\text{Cos.}(\alpha+\beta) + \tfrac{1}{2}\,\text{Cos.}(\alpha-\beta)$$

ist, so erhält man

$$\partial F = \frac{3a^2}{32}\partial\varphi(\text{Cos.}\,2\varphi + 2\,\text{Cos.}\,4\varphi - \text{Cos.}\,6\varphi - 2)$$

und davon ist das Integral nach Tafel II.

$$F = \frac{3a^2}{32}(\pi - \tfrac{1}{6}\,\text{Sin.}\,6\varphi + \tfrac{1}{2}\,\text{Sin.}\,4\varphi + \tfrac{1}{2}\,\text{Sin.}\,2\varphi - \varphi),$$

wenn F für $\varphi = 90^\circ$, das heifst, für $x = 0$ verschwin
Nimmt man diesen Werth von F viermal, so erhält man
die ganze Fläche der Astrois den Ausdruck $\frac{3}{8}a^2\pi$.

4) Für die *Cykloide* war

$$x = a(\varphi - \text{Sin.}\,\varphi) \text{ und } y = a(1 - \text{Cos.}\,\varphi)$$

und damit giebt die Gleichung (B)

$$\partial F = a^2\partial\varphi(1 - 2\,\text{Cos.}\,\varphi + \text{Cos.}^2\,\varphi),$$

also auch nach Tafel II.

$$F = \tfrac{3}{2}a^2\varphi - 2a^2\,\text{Sin.}\,\varphi + \tfrac{1}{4}a^2\,\text{Sin.}\,2\varphi,$$

wenn F, φ und x zugleich verschwinden. Dieser We
von F für $\varphi = \pi$ zweimal genommen giebt die Fläche
ganzen Cykloide gleich $3a^2\pi$, also dreimal so grofs, als
Fläche ihres erzeugenden Kreises.

5) Für die *Kettenlinie* hatten wir

$$\partial x = \frac{a\,\partial\varphi\,\text{Sin.}\,\varphi}{\text{Cos.}^2\varphi} \text{ und } \partial y = \frac{a\,\partial\varphi}{\text{Cos.}\,\varphi},$$

und da $x = \frac{a}{\text{Cos.}\,\varphi} - a$ ist, so hat man auch

$$x\,\partial y = \frac{a^2\,\partial\varphi}{\text{Cos.}^2\varphi} - \frac{a^2\,\partial\varphi}{\text{Cos.}\,\varphi}$$

und davon ist das Integral nach Tafel IV.

$$\int x\,\partial y = a^2\,\text{Tang.}\,\varphi - a^2\,\text{Log. Tang.}\,\frac{90^\circ+\varphi}{2},$$

wenn dieses Integral mit φ zugleich verschwindet. Allein
allererste der oben angeführten Gleichungen, aus der wir
Grunde alles Uebrige abgeleitet haben, ist

$$\int y\,\partial x = xy - \int x\,\partial y,$$

also ist auch, in Verbindung mit der Gleichung (B), die
suchte Fläche $F = \int y\,\partial x$ der Kettenlinie

$$F = \frac{a^2}{\text{Cos.}\varphi} \text{Log.} \frac{1 + \text{Sin.}\varphi}{\text{Cos.}\varphi} - a^2.\text{Tang.}\varphi.$$

6) Für die *Lemniscate* MAN'M' hat man die bekannte ichung Fig. 280.

$$(x^2 + y^2)^2 = 2a^2(x^2 - y^2),$$

AP = x und PM = y ist. Diese Gleichung kann auch so stellt werden:

$$y^2 = -a^2 - x^2 + a\sqrt{a^2 + 4x^2}.$$

her

$$x^2 = a^2(\text{Cos.}\varphi + \text{Cos.}^2\varphi),$$

t man

$$\sqrt{a^2 + 4x^2} = a(1 + 2\text{Cos.}\varphi)$$

daher auch

$$y^2 = a^2(\text{Cos.}\varphi - \text{Cos.}^2\varphi).$$

giebt die Gleichung (B)

$$\partial F = -\frac{a^2}{2}\partial\varphi \text{Sin.}\varphi[1 + 2\text{Cos.}\varphi]. \sqrt{\frac{1 - \text{Cos.}\varphi}{1 + \text{Cos.}\varphi}},$$

da man überhaupt hat

$$\sqrt{\frac{1 - \text{Cos.}\varphi}{1 + \text{Cos.}\varphi}} = \frac{1 - \text{Cos.}\varphi}{\text{Sin.}\varphi},$$

t auch

$$\partial F = \tfrac{1}{2}a^2\partial\varphi(2\text{Cos.}^2\varphi - \text{Cos.}\varphi - 1),$$

davon ist das Integral nach Tafel II.

$$F = \tfrac{1}{4}a^2(1 - \text{Sin.}\varphi + \text{Sin.}\varphi\,\text{Cos.}\varphi),$$

i F und x für $\varphi = 90^0$ verschwindet. Setzt man in die Ausdrucke $\varphi = 0$, so erhält man, da dann $x = AB = AC\sqrt{2}$ wird, für die Fläche ABM oder für den Quadranler Curve den Ausdruck $\frac{1}{4}a^2$, also auch für die ganze e der Lemniscate den Werth $2a^2$.

Ebenso leicht wird man auch die Quadratur der anderen angeführten Curven finden, daher wir uns hier nicht r dabei aufhalten, sondern sogleich zu der

C. Complanation der Flächen

gehn, wobei wir uns zuerst nur auf die sogenannten Rousflächen beschränken, die durch die Drehung irgend einer e um eine gerade Linie entstehn, welche Gerade wir zuh für die Axe der x annehmen.

1) Für die *Kugelfläche*, die durch Rotation eines ses um seinen Durchmesser entsteht, hat man, wie ob den Kreis des Halbmessers a, die beiden Gleichungen

$$x = a \,\text{Cos.}\,\varphi \text{ und } y = a \,\text{Sin.}\,\varphi,$$

also auch

$$\partial s = \sqrt{\partial x^2 + \partial y^2} = -a \partial \varphi,$$

mit negativem Zeichen, wenn s wächst, während φ ab Die obige allgemeine Gleichung für die Complanation der men Flächen war aber

$$\partial \Phi = 2\pi y \partial s \;.\;.\;.\; (C'),$$

also ist auch für die Kugel

$$\partial \Phi = -2a^2 \pi \partial \varphi . \text{Sin.}\,\varphi \text{ oder nach Tafel I.}$$

$$\Phi = 2a^2 \pi \,\text{Cos.}\,\varphi,$$

wenn nämlich Φ für $\varphi = 90°$ verschwindet. Dieser Au für $\varphi = 0$ doppelt genommen giebt die Oberfläche der Kugel gleich $4a^2\pi$, wie bekannt.

2) Das sogenannte *verlängerte Sphäroid* entsteht die Umdrehung einer Ellipse um ihre große Axe 2a. Gleichung der Ellipse ist aber

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

und daraus folgt

$$\partial s = \partial x \sqrt{\frac{a^2 - e^2 x^2}{a^2 - x^2}},$$

wenn wieder $a^2 e^2 = a^2 - b^2$ gesetzt wird. Demnach ge sere allgemeine Gleichung (C') für diesen speciellen Fall i folgende über:

$$\partial \Phi = 2b\pi \partial x \sqrt{1 - \frac{e^2 x^2}{a^2}}.$$

Setzt man aber

$$\frac{ex}{a} = \text{Sin.}\,\varphi \text{ oder } \partial x = \frac{a}{e} \partial \varphi \,\text{Cos.}\,\varphi,$$

so hat man

$$\partial \Phi = \frac{2ab\pi}{e} \partial \varphi \,\text{Cos.}^2 \varphi$$

und daher nach Tafel II.

$$\Phi = \frac{ab\pi}{e} . (\varphi + \text{Sin.}\,\varphi \,\text{Cos.}\,\varphi),$$

wenn Φ mit φ zugleich verschwindet. Will man d

h von Φ durch die Abscisse x ausdrücken, so hat man,
; = a Sin. φ ist,

$$\Phi = \frac{b\pi x}{a}\sqrt{a^2 - e^2 x^2} + \frac{ab\pi}{e}\text{Arc. Sin.}\frac{ex}{a}.$$

t man dieses Integral von $x = 0$ bis $x = a$ doppelt, so
man für die Oberfläche des ganzen verlängerten Sphä-
en Ausdruck

$$2b^2\pi + \frac{2ab\pi}{e}\text{Arc. Sin. } e.$$

$= 0$ oder $a = b$ giebt der letzte Ausdruck die Oberfläche
Kugel gleich $4a^2\pi$, wie zuvor.

) *Das abgeplattete Sphäroid* aber entsteht, wenn eine
e um ihre kleine Axe $2b$ gedreht wird. Die Gleichung

$$\frac{x^2}{b^2} + \frac{y^2}{a^2} = 1$$

sfort mittelst der Gleichung (C')

$$\Phi = 2a\pi \int \partial x \sqrt{1 + \frac{a^2 e^2 x^2}{b^4}}.$$

en aber

$= \sqrt{-1}.\text{Sin.}\varphi$, also auch $\partial x = \frac{b^2}{ae}\sqrt{-1}.\partial\varphi\text{Cos.}\varphi$,

ält man

$$\partial\Phi = \frac{2b^2\pi}{e}\sqrt{-1}.\partial\varphi\text{Cos.}^2\varphi,$$

won ist das Integral nach Tafel II.

$$\Phi = \frac{b^2\pi}{e}\sqrt{-1}.(\varphi + \text{Sin.}\varphi\text{ Cos.}\varphi).$$

st aber allgemein

$$\varphi\sqrt{-1} = \text{Log. nat. }(\text{Cos.}\varphi + \sqrt{-1}.\text{Sin.}\varphi),$$

t auch, wenn man die Werthe von φ und von Sin. φ Cos. φ
: durch x ausdrückt,

$$\Phi = \frac{a\pi x}{b^2}.M + \frac{b^2\pi}{e}.\text{Log.}\frac{aex + M}{b^2} + \text{Const.},$$

r Kürze wegen

$$M = \sqrt{b^4 + a^2 e^2 x^2}$$

t worden ist und wo man in der Gröfse nach dem Lo-
nuszeichen auch den constanten Nenner b^2 ganz weg-
kann, da er ohnehin in der Constante der Integration
ten seyn kann. Soll dann Φ mit x zugleich verschwin-
so ist

$$\text{Const.} = -\frac{2b^2\pi}{e}\,\text{Log. b}.$$

Setzt man endlich in dem so erhaltenen Ausdrucke n $x = +b$ und dann $x = -b$, so giebt die Differenz b Werthe für die gesuchte Oberfläche des ganzen abgepla Sphäroids den Ausdruck

$$2a^2\pi + \frac{b^2\pi}{e}.\text{Log.}\frac{1+e}{1-e}.$$

Für $e = 0$ oder $a = b$ wird der letzte Ausdruck gleich 4 der oben für die Kugel erhalten wurde.

4) *Rotationskörper der Astrois.* Setzt man für diese ve, wie oben,

$$x = a\,\text{Cos.}^3\varphi \text{ und } y = a\,\text{Sin.}^3\varphi$$

so erhält man

$$\partial s = -3a\,\partial\varphi\,\text{Sin.}\varphi\,\text{Cos.}\varphi$$

und daher auch für die gesuchte Oberfläche

$$\partial\Phi = -6a^2\pi\,\partial\varphi\,\text{Sin.}^4\varphi\,\partial\varphi$$

und damit das Integral nach Taf. I. oder auch nach de fachen Bemerkung, dafs

$$\partial\varphi\,\text{Cos.}\varphi\,\text{Sin.}^4\varphi = \partial.\tfrac{1}{5}\,\text{Sin.}^5\varphi$$

ist,

$$\Phi = \tfrac{6}{5}a^2\pi\,(1 - \text{Sin.}^5\varphi),$$

wenn Φ für $\varphi = 90^0$ verschwindet. Dieser Ausdruck für φ doppelt genommen giebt für die Oberfläche des Körpers, cher durch Rotation der ganzen Astrois um die Axe de entsteht, den Werth $\frac{12}{5}a^2\pi$.

5) Für die *Cykloide* hatten wir oben die beiden G chungen:

$$x = a(\varphi - \text{Sin.}\varphi) \text{ und } y = a(1 - \text{Cos.}\varphi),$$

also ist auch

$$y\partial s = a^2\partial\varphi\left(3\,\text{Sin.}\tfrac{1}{2}\varphi - \text{Sin.}\frac{3\varphi}{2}\right),$$

wovon das Integral nach Tafel I. ist

$$\Phi = 2\pi\!\int\! y\,\partial s = 2a^2\pi\left(\tfrac{2}{3}\,\text{Cos.}\tfrac{3}{2}\varphi - 6\,\text{Cos.}\tfrac{1}{2}\varphi + \frac{16}{3}\right),$$

wenn Φ mit φ zugleich verschwindet. Dieses ist also Fläche, die durch Rotation des Bogens AM der Cykloide

Fig. 274. die Axe AB entsteht. Nimmt man diesen Ausdruck

180° doppelt, so erhält man für die ganze so entstehende
e

$$\Phi = \frac{64}{3} a^2 \pi.$$

sich aber der Bogen DM um die Tangente DE der
ide in ihrem höchsten Puncte D dreht, so hat man für
leichungen dieser Curve

$$x = a(\varphi + \text{Sin.}\,\varphi) \text{ und } y = a(1 - \text{Cos.}\,\varphi),$$

uch

$$\partial s = 2 a \partial \varphi \,\text{Cos.}\, \tfrac{1}{2}\varphi,$$

daher

$$\Phi' = \frac{16 a^2 \pi}{3} \text{Sin.}^3 \tfrac{1}{2}\varphi,$$

Φ' mit φ zugleich verschwindet. Nimmt man diesen
uck für $\varphi = 180°$ doppelt, so erhält man für die ganze
, die durch die Rotation des Bogens ADB um die Axe
entsteht,

$$\Phi' = \frac{32}{3} a^2 \pi.$$

sich ferner der Bogen der Cykloide um die Axe CD
so hat man wieder

$$x = a(1 - \text{Cos.}\,\varphi) \text{ und } y = a(\varphi + \text{Sin.}\,\varphi),$$

ch

$$y \partial s = 2 a^2 \partial \varphi . (\varphi + \text{Sin.}\,\varphi) \text{Cos.}\, \tfrac{1}{2}\varphi,$$

man daher erhält

$$= 4 a^2 \pi \int (\varphi \partial \varphi \,\text{Cos.}\, \tfrac{1}{2}\varphi + \tfrac{1}{2} \partial \varphi \,\text{Sin.}\, \tfrac{3}{2}\varphi + \tfrac{1}{2} \partial \varphi \,\text{Sin.}\, \tfrac{1}{2}\varphi),$$

eses Integral geht nach Tafel VII. und VIII. über in

$$= 16 a^2 \pi . [\tfrac{1}{2}\varphi \,\text{Sin.}\, \tfrac{1}{2}\varphi + \text{Cos.}\, \tfrac{1}{2}\varphi - \tfrac{1}{3} \text{Cos.}^2 \tfrac{1}{2}\varphi - \tfrac{2}{3}],$$

Φ'' mit φ zugleich verschwindet. Für $\varphi = 180°$ erhält
her

$$\Phi'' = 8 a^2 \pi (\pi - \tfrac{4}{3})$$

eses ist die Oberfläche des Körpers, der durch Rotation
lben Bogens DMA der Cykloide um die Axe CD ent-
 Wenn sich endlich der Bogen AD um die Tangente
dem Anfangspuncte A dreht, so ist wieder

$$x = a(1 - \text{Cos.}\,\varphi) \text{ und } y = a(\varphi - \text{Sin.}\,\varphi),$$

ch

$$\partial s = a \partial \varphi \sqrt{2 - 2 \,\text{Cos.}\,\varphi},$$

und daher

$$\int y\,\partial s = 2a^2\left(4\,\mathrm{Sin.}\tfrac{1}{2}\varphi - 2\varphi\,\mathrm{Cos.}\tfrac{1}{2}\varphi - \tfrac{4}{3}\,\mathrm{Sin.}^3\tfrac{1}{2}\varphi\right),$$

wenn dieses Integral mit φ zugleich verschwindet, so
man also hat

$$\Phi''' = 4a^2\pi\left(4\,\mathrm{Sin.}\tfrac{1}{2}\varphi - 2\varphi\,\mathrm{Cos.}\tfrac{1}{2}\varphi - \tfrac{4}{3}\,\mathrm{Sin.}^3\tfrac{1}{2}\varphi\right).$$

Für $\varphi = 360^\circ$ giebt dieser Ausdruck

$$\Phi''' = 16\,a^2\pi$$

für die Oberfläche des Körpers, der durch Rotation des
zen Bogens A D B der Cykloide um die Tangente derselb
A oder B entsteht. Diese Oberfläche ist demnach gleic
Fläche eines Kreises, dessen Halbmesser gleich $4a\sqrt{\pi}$ i

D. Cubatur der Körper.

Wir gelangen nun zu der Bestimmung des eigentl
Volumens V der Körper, die wir, wenn diese Körper d
durch Rotation einer Curve um die Axe der x entst
sind, nach der obigen Gleichung

$$V = \pi\int y^2\,\partial x \;\ldots\; (D')$$

vornehmen wollen.

Bemerken wir zuerst, dafs für die von Ebenen begr
ten Körper das Volumen derselben aus der Elementargeom
bekannt ist, daher wir uns hier nicht weiter dabei aufhal
Das Volumen eines Parallelepipedums, so wie jedes Pris
ist gleich dem Producte der Basis desselben in seine H
und dasselbe gilt auch von den Cylindern. Das Volumen
der Pyramide, so wie jedes Kegels ist gleich dem dritten T
des Products der Basis in die Höhe. Bei ähnlichen Kör
verhalten sich überhaupt die Volumina, wie die Würfel
homologen Seiten, also z. B. die Volumina der Kugeln
die Würfel ihrer Durchmesser.

1) Da die *Kugel* aus der Umdrehung einer Kreisf
um ihren Durchmesser entsteht, so hat man, wie oben,
den Kreis

$$x = a\,\mathrm{Sin.}\varphi \text{ und } y = a\,\mathrm{Cos.}\varphi,$$

woraus sofort für das Volumen V der Kugel folgt

$$\partial V = a^3\pi\,\partial\varphi\,\mathrm{Cos.}^3\varphi$$

hieraus

$$V = \frac{a^3\pi}{4}\,(3\,\text{Sin.}\,\varphi + \tfrac{1}{3}\,\text{Sin.}\,3\,\varphi)$$

r

$$V = a^3\pi\,(\text{Sin.}\,\varphi - \tfrac{1}{3}\,\text{Sin.}^3\,\varphi),$$

n V mit φ zugleich verschwindet. Dieser Ausdruck für $= 90^0$ doppelt genommen giebt für das Volumen der gan- Kugel $\frac{4}{3}a^3\pi$, wie bekannt.

2) Für das *verlängerte Sphäroid* hat man, wie zuvor,

$$x = a\,\text{Sin.}\,\varphi \text{ und } y = b\,\text{Cos.}\,\varphi,$$

a die große Halbaxe und zugleich die Rotationsaxe der Sphäroid erzeugenden Ellipse bezeichnet. Dieses giebt

$$\partial V = a b^2 \pi \,.\, \partial\varphi\,\text{Cos.}^3\,\varphi,$$

auch das Integral nach Tafel II.

$$V = \frac{a b^2 \pi}{4}(3\,\text{Sin.}\,\varphi + \tfrac{1}{3}\,\text{Sin.}3\,\varphi).$$

$\varphi = 90^\circ$ erhält man das Volumen des ganzen verlängerten roids $\frac{4}{3}ab^2\pi$.

3) Für das *abgeplattete Sphäroid* im Gegentheile ist

$$x = b\,\text{Sin.}\,\varphi \text{ und } y = a\,\text{Cos.}\,\varphi,$$

auch

$$\partial V = a^2 b \pi\, \partial\varphi\,\text{Cos.}^3\,\varphi$$

daher

$$V = \frac{a^2 b \pi}{4}\,(3\,\text{Sin.}\,\varphi + \tfrac{1}{3}\,\text{Sin.}\,3\,\varphi).$$

$\varphi = 90^\circ$ erhält man das Volumen des ganzen abgeplatte- Sphäroids $\frac{4}{3}a^2 b\pi$. Das Volumen des verlängerten Sphä- verhält sich daher zu dem des abgeplatteten, wie b zu etzt man in dem Endausdrucke von N. 2 und 3 die Größe b, so erhält man $V = \frac{4}{3}a^3\pi$ für die Kugel, wie zuvor.

4) Um überhaupt das Volumen derjenigen Körper zu fin- die durch die Umdrehung eines Kegelschnitts um seine entstehn, hat man für die allgemeine Gleichung dieser en der zweiten Ordnung die Gleichung

$$y^2 = 2px - \frac{px^2}{a},$$

M A N die Curve, AP = x die Rotations- und Abscissen- und PM = y die auf AP senkrechte Ordinate bezeich- Fig. 281.

net und wo $p = \frac{b^2}{a}$ der sogenannte halbe Parameter FG die Ordinate in dem Brennpuncte F des Kegelschnitts Setzt man hier $x = a\ \mathrm{Sin.}\varphi$, so erhält man

$$y^2 = 2ap\,\mathrm{Sin.}\varphi - ap\,\mathrm{Sin.}^2\varphi,$$

also auch

$$\partial V = a^2 p\pi\,\partial\varphi\,(\mathrm{Sin.}2\varphi - \mathrm{Sin.}^2\varphi\,\mathrm{Cos.}\varphi).$$

Davon ist aber das Integral nach Tafel I. und II., wenn mit φ zugleich verschwindet,

$$V = a^3 p\pi\,\mathrm{Sin.}^2\varphi.(1 - \tfrac{1}{3}\,\mathrm{Sin.}\varphi)$$

oder auch

$$V = p\pi x^2 \left(1 - \frac{x}{3a}\right).$$

Ist a unendlich grofs, so erhält man für das *parabolische noid*, das durch die Umdrehung der Parabel $y^2 = 2px$ die Abscissenaxe entsteht, den Ausdruck

$$V = p\pi x^2.$$

Für das *elliptische Konoid* oder für das bereits oben betete verlängerte Sphäroid ist a positiv und $p = \frac{b^2}{a}$, also

$$V = \frac{b^2\pi x^2}{a}\left(1 - \frac{x}{3a}\right),$$

welcher Ausdruck für $x = 2a$ das Volumen des ganzen Sphäroids gleich $\frac{4}{3}ab^2\pi$ giebt, wie zuvor. Setzt man endlich Gröfse a gleich $-a$, so erhält man für das *hyperbolische Konoid*, das durch die Rotation der Hyperbel um ihre grofse Axe entsteht, den Ausdruck

$$V = \frac{b^2\pi x^2}{a^2}(ax + \tfrac{1}{3}x^3).$$

5) Suchen wir nun ebenso das Volumen derjenigen Körper, die durch Rotation der *Cykloide* um irgend eine gerade
Fig. Linie entstehn. Wenn sich diese Curve um die Gerade
274. dreht, so hat man, wenn $AP = x$ und $PM = y$ ist, wie zuvor,

$$x = a(\varphi - \mathrm{Sin.}\varphi) \text{ und } y = a(1 - \mathrm{Cos.}\varphi),$$

also auch

$$y^2\partial x = a^3\partial\varphi(1 - 3\,\mathrm{Cos.}\varphi + 3\,\mathrm{Cos.}^2\varphi - \mathrm{Cos.}^3\varphi),$$

und davon ist das Integral, wenn dasselbe zugleich mit φ verschwinden soll,

$\partial x = a^3 \left(\frac{5\varphi}{2} - \frac{15}{4}\,\text{Sin.}\,\varphi + \frac{3}{4}\,\text{Sin.}\,2\varphi - \frac{1}{12}\,\text{Sin.}\,3\varphi\right)$,

folgt, dafs das Volumen jedes Theils des so entstan- Körpers zum Ausdruck hat

$$V = \frac{a^3\pi}{12}(30\varphi - 45\,\text{Sin.}\,\varphi + 45\,\text{Sin.}\,2\varphi - \text{Sin.}\,3\varphi).$$

man diesen Ausdruck für $\varphi = \pi$ doppelt, so erhält das Volumen des Körpers, der durch Rotation der gan- Cykloide ADB um AB entsteht,

$$V = 5a^3\pi^2.$$

sich aber diese Cykloide um die Tangente DE des höch- Punctes D dreht, so hat man

$$x = a(\varphi + \text{Sin.}\,\varphi) \text{ und } y = a(1 - \text{Cos.}\,\varphi),$$

auch

$$\int y^2\,\partial x = \frac{a^3\pi}{12}(6\varphi - 3\,\text{Sin.}\,\varphi - 3\,\text{Sin.}\,2\varphi + \text{Sin.}\,3\varphi).$$

Ausdruck für $\varphi = \pi$ doppelt genommen giebt

$$V' = a^3\pi^2$$

Körper, der durch Rotation der ganzen Fläche AMDB Axe DE entsteht, welcher Körper demnach dieser Axe convexe Seite zuwendet. Es ist demnach, wenn man Werth V' mit dem vorhergehenden V vergleicht, $V = 5\,V'$. aber das Rechteck, dessen zwei Seiten AB und AE dieselbe Axe DE gedreht wird, so entsteht ein Cy- dessen Volumen gleich $8a^3\pi^2$ ist. Zieht man davon lumen $V' = a^3\pi^2$ ab, so erhält man

$$7a^3\pi^2$$

as Volumen desjenigen Körpers, der durch Rotation der AMDBCA um die Axe DE entsteht.

Wenn sich ferner die Cykloide um die Axe CD dreht, so

$$x = a(1 - \text{Cos.}\,\varphi) \text{ und } y = a(\varphi + \text{Sin.}\,\varphi),$$

ist auch

$$y^2\,\partial x = a^3\,\partial\varphi\,(\varphi^2\,\text{Sin.}\,\varphi + 2\varphi\,\text{Sin.}^2\,\varphi + \text{Sin.}^3\,\varphi)$$

daher das Volumen des auf diese Art entstehenden ers

$$= a^3\pi\,[\varphi^2(\tfrac{1}{2} - \text{Cos.}\,\varphi) + 2\varphi(\text{Sin.}\,\varphi - \text{Sin.}\,2\varphi) + \tfrac{3}{4}\,\text{Cos.}\,\varphi - \text{Cos.}\,2\varphi + \tfrac{1}{12}\,\text{Cos.}\,3\varphi - \tfrac{1}{3}].$$

$\varphi = \pi$ giebt dieser Ausdruck

$$V'' = \frac{3a^3\pi}{2}\left(\pi^2 - \frac{16}{9}\right)$$

für das Volumen des Körpers, der durch Rotation der F AMDC um die Axe CD entsteht. Wenn sich endlic cykloidische Fläche um die Tangente AE im Scheitel A so ist

$$x = a(1 - \mathrm{Cos.}\,\varphi) \text{ und } y = a(\varphi - \mathrm{Sin.}\,\varphi),$$

also auch das Volumen des so entstehenden Körpers

$$V''' = a^3\pi\left[\tfrac{5}{4}\mathrm{Cos.}\,\varphi + \tfrac{1}{4}\mathrm{Cos.}\,2\varphi + \tfrac{1}{12}\mathrm{Cos.}\,3\varphi - \tfrac{19}{12}\right]$$
$$+ a^3\pi\left[2\varphi\,\mathrm{Sin.}\,\varphi - \tfrac{1}{2}\varphi\,\mathrm{Sin.}\,2\varphi - \varphi^2\left(\tfrac{1}{2} + \mathrm{Cos.}\,\varphi\right)\right]$$

Für $\varphi = 2\pi$ erhält man

$$V''' = 6a^3\pi^3,$$

und dieses ist das Volumen des Körpers, der durch R der ganzen Fläche AMDB um die Axe AE entsteht. fserdem hat man zwischen diesen verschiedenen Körp Gleichung

$$V''' = 6\pi V' = \tfrac{8}{3}\pi V.$$

Um zu sehen, mit welcher Leichtigkeit man diese In mit Hülfe der kleinen Tafel erhält, die wir oben auf haben, kann man damit das Cap. V. des ersten Buc Mécanique von Poisson, zweite Auflage, p. 121—16 gleichen, wo nur einige dieser die Cykloide betreffende grale auf die gewöhnliche Weise und nicht ohne bes complicirte Kunstgriffe gefunden werden können. Z ersieht man leicht, dafs dasselbe Verfahren sich nicht b solche Flächen und Körper, die durch Rotation um d der x entstanden sind, sondern auch sofort auf alle di ausdehnen läfst, die in Beziehung auf irgend eine durch diese Körper gehende Linie zu beiden Seiten

Fig. 268. Linie *symmetrisch* gebaut sind. Bezeichnet nämlich A solche gerade Linie und heifst X die Fläche des a Linie senkrechten Schnitts MN oder mn, so läfst si hier, wie oben bei den Rotationskörpern, der um AB symmetrische Körper als aus unendlich dünnen C bestehend betrachten, von welchen die (hier nicht mel förmige) Basis jener Schnitt X und die Höhe ∂x ist man nämlich die Linie AB zugleich für die Axe der nommen hat, was immer unserer Willkür überlasse

.. vorausgesetzt wird man dann für das gesuchte Volu- ..V des Körpers den Ausdruck haben

$$V = \int X \partial x.$$

.. wir dieses sogleich auf das Ellipsoid mit drei Axen ..b und 2c an, dessen Gleichung zwischen den drei recht- ..en Coordinaten bekanntlich ist:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1.$$

.. diese Fläche durch eine auf die Axe der x senkrechte .. geschnitten, so wird dieser Schnitt, dessen Fläche .. X dargestellt ist, die Gestalt einer Ellipse haben, und .. allgemein hat

$$\frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1 - \frac{x^2}{a^2},$$

.. man, wenn man diese Gleichung mit der allgemeinen ..g der Ellipse

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} = 1$$

..menstellt, dafs die Halbaxen jenes elliptischen Schnit- ..d:

$$b.\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}} \text{ und } c.\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}},$$

.. man daher für die Fläche dieses Schnittes nach dem ..gehenden den Ausdruck haben wird

$$X = bc\pi.\left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right).$$

.. man also wieder $x = a \operatorname{Cos}.\varphi$, so erhält man

$$X = bc\pi \operatorname{Sin}.^2\varphi$$

$$\partial V = - abc\pi\partial\varphi \operatorname{Sin}.^3\varphi,$$

.. das Integral nach Tafel I. ist

$$V = \tfrac{1}{4} abc\pi (3 \operatorname{Cos}.\varphi - \tfrac{1}{3} \operatorname{Cos}.3\varphi)$$

.. noch

$$V = abc\pi(\operatorname{Cos}.\varphi - \tfrac{1}{3} \operatorname{Cos}.^3\varphi),$$

.. V für $\varphi = 90^\circ$ verschwindet. Dieser Ausdruck für .. 0 doppelt genommen giebt das Volumen des *Sphäroids* .. *drei Axen* gleich

$$V = \tfrac{4}{3} abc\pi.$$

Ist b = c, so erhält man aus der letzten Gleichung das Volumen des verlängerten Sphäroids gleich $\frac{4}{3}ab^2\pi$; ist a = c, so hat man für das abgeplattete Sphäroid $\frac{4}{3}a^2b\pi$, ist endlich a = b = c, so erhält man für das Volumen der Kugel den Ausdruck $\frac{4}{3}a^3\pi$, alles mit dem Vorhergehenden übereinstimmend.

E. Statische Bestimmung der Oberfläche und des Volumens der Körper.

Nehmen wir nun an, dafs die krumme Linie, durch deren Rotation um die Axe der x eine Fläche erzeugt werden soll, um irgend einen *inneren* Punct derselben nach allen Richtungen von diesem Puncte aus symmetrisch gekrümmt sey, so dafs einem jeden Elemente der Curve auf der einen Seite dieses Punctes ein ebenso weit von diesem Puncte entferntes zweites Element auf der anderen entgegengesetzten Seite dieses Punctes entspreche, zwischen welchen beiden Elementen daher jener Punct in der Mitte liegen mufs. Da dasselbe, wegen des vorausgesetzten symmetrischen Baues der ganzen Curve, von jedem correspondirenden Elementenpaare der Curve in Beziehung auf jenen inneren Punct gelten soll, so wird dieser Punct als der *Mittelpunct* der ganzen Curve zu betrachten seyn, wie dieses z. B. bei dem Kreise, der Ellipse, der Astrois u. u. w. der Fall ist. Sey MNM' eine solche symmetrische Curve und C ihr Mittelpunct, so wie MCM' irgend eine durch diesen Mittelpunct gehende Sehne oder ein Durchmesser der Curve. Man ziehe in der Ebene dieser Curve *aufser* derselben, die Gerade PAP' in einer willkürlichen Richtung und nehme diese Gerade für die Axe der x, so dafs die von den Puncten M, C, M'... auf diese Gerade gefällten Lothe die Ordinaten dieser Curve bezeichnen. Noch ziehe CQ und M'Q' mit der Abscissenaxe PP' parallel. Da für die symmetrische Curve, der Voraussetzung gemäfs, die Distanz der beiden Puncte M und M' von dem Mittelpuncte C gleich grofs oder da CM = CM' ist, so hat man auch in den beiden rechtwinkligen Dreiecken CMQ und CM'Q' die Seiten QM = Q'C. Bezeichnet man daher durch y die Ordinaten PM und PM' von je zwei zusammengehörenden Puncten

Fig. 282.

M' der Curve und nennt man Y die Ordinate AC des
elpunctes C, so hat man

$$PM = AC + QM$$

$$P'M' = AC - Q'C,$$

auch, wenn man diese beiden Gleichungen addirt, da
l=P'M'=y und AC=Y ist,

$$y = Y,$$

daher auch, da das Element $\partial s = \sqrt{\partial x^2 + \partial y^2}$ des Bo-
der Curve in dem Puncte M dasselbe, wie in M', ist,

$$y \partial s = Y \partial s.$$

t man aber die Summe aller dieser Ausdrücke für jedes
tenpaar der Curve, so hat man

$$\int y \partial s = \int Y \partial s$$

, da Y = AC eine constante Gröfse und da $\int \partial s = s$ ist,
den Umfang der ganzen Curve bezeichnet,

$$\int y \partial s = Ys.$$

dem Vorhergehenden ist aber die Oberfläche Φ eines
onskörpers, dessen Drehungsaxe zugleich die Axe der
gleich

$$\Phi = 2\pi \int y \partial s,$$

ist auch, wenn man in dieser Gleichung den Werth des
rals $\int y \partial s$ aus der vorhergehenden Gleichung substituirt,

$$\Phi = 2\pi . YS \quad . \; . \; . \quad (E)$$

S den Umfang der ganzen Curve und Y den senkrechten
and ihres Mittelpuncts von der Rotationsaxe bezeichnet.

Man sieht aus dieser Darstellung, dafs der erhaltene Werth
Φ immer derselbe bleibt, welche Lage auch die Curve
ihren Mittelpunct C einnimmt, wenn nur die senkrechte
anz y ihres Mittelpuncts von der Drehungsaxe nicht ge-
ert wird. Derselbe Schlufs wird sich aber auch auf das
men derjenigen Körper anwenden lassen, welche durch
ation der Fläche einer solchen symmetrischen Curve um
d eine Axe PP' entstehn. Wie nämlich nach der Glei-
ng (E) die Oberfläche dieser Körper als das Product des
fangs S der Curve in die Peripherie $2\pi Y$ des Kreises,
sen Halbmesser Y ist, betrachtet wurde, so wird auch das
lumen V derselben Körper durch das Product der Fläche F

dieser Curve (welche Größe F wir oben gesucht ... die Peripherie $2\pi Y$ desselben Kreises dargestellt ... daſs man demnach für das Volumen dieser Körp... druck haben wird:

$$V = 2\pi . YF \ldots (F)$$

In der Statik oder in der Lehre von dem Gleich... Körper wird dieser Mittelpunct bekanntlich der S... der Curven oder der Flächen genannt.

Gehn wir nun zu der Anwendung dieser bei... chen Gleichungen über und betrachten wir zuerst ... fache geradlinige Figuren.

I. Für Körper, die durch Rotation eines re... *Dreiecks* entstehn, sey a der Halbmesser des die... mäſsigen, d. h. gleichseitigen, Dreiecke umschrieb... ses, so ist bekanntlich die Seite dieses Dreiecks gl... also ist auch der Umfang S und die Oberfläch... Dreiecks

$$S = 3a\sqrt{3} \text{ und } F = \tfrac{3}{4} a^2 \sqrt{3}.$$

Nennt man also $Y = d$ die senkrechte Distanz ... puncts des Dreiecks von seiner Rotationsaxe, so ... die Oberfläche Φ und für das Volumen V des K... durch Rotation des gleichseitigen Dreiecks um jen... steht, nach den beiden allgemeinen Gleichungen (...

$$\Phi = 6ad\pi\sqrt{3}$$

und

$$V = \tfrac{3}{2} a^2 d\pi\sqrt{3}.$$

Fig. 358. Dreht sich also z. B. das Dreieck ABC um eine ... nen Scheitel C gehende, mit der Basis AB parall... ist $d = a$, also auch

$$\Phi' = 6a^2\pi\sqrt{3} \text{ und } V' = \tfrac{3}{2} a^3\pi\sqrt{3},$$

oder auch, wenn $b = a\sqrt{3}$ die Seite des Dreiecks

$$\Phi' = 2b^2\pi\sqrt{3} \text{ und } V' = \tfrac{1}{2} b^3\pi.$$

Dreht sich aber dasselbe Dreieck um seine Basis ... $d = \tfrac{1}{2}a$ und daher

$$\Phi'' = 3a^2\pi\sqrt{3} = b^2\pi\sqrt{3}$$

und

$$V'' = \tfrac{3}{4} a^3\pi\sqrt{3} = \tfrac{1}{4} b^3\pi.$$

le Rotation des *regelmäſsigen Vierecks* sey a
r des dem Quadrate umschriebenen Kreises, so
des Quadrats $b = a\sqrt{2}$ und der Umfang
so wie die Fläche desselben $F = 2a^2$. Bezeich-
r hier und in der Folge d den senkrechten Ab-
elpuncts der Figur von der Rotationsaxe, so ist

$$\Phi = 8 a d \pi \sqrt{2} \text{ und } V = 4 a^2 d \pi.$$

o das Quadrat ABCD um eine seiner Seiten Fig. 284.
$$d = \frac{a}{\sqrt{2}} \text{ und daher}$$

$$\Phi' = 8 a^3 \pi = 4 b^2 \pi,$$
$$V' = 2 a^3 \pi \sqrt{2} = b^3 \pi.$$

r das Quadrat um eine Gerade ab, die durch Fig. 285.
des Quadrats parallel mit der Diagonale BD
an $d = a$ und daher

$$\Phi'' = 8 a^2 \pi \sqrt{2} = 4 b^2 \pi \sqrt{2}$$

$$V'' = 4 a^3 \pi = b^3 \pi \sqrt{2}.$$

so hat man für die Rotation des regelmäſsigen
n wieder a den Halbmesser des ihm umschrie-
bezeichnet, für die Seite des Fünfecks den

$$a\sqrt{\frac{5-\sqrt{5}}{2}},$$

den Umfang

$$S = 5a\sqrt{\frac{5-\sqrt{5}}{2}}$$

läche des Fünfecks

$$F = \frac{5a^2}{4}\sqrt{\frac{5+\sqrt{5}}{2}}.$$

man aber für die Oberfläche Φ und das Volu-
rch Rotation des Fünfecks entstandenen Körpers

$$\Phi = 10 a d \pi \sqrt{\frac{5-\sqrt{5}}{2}}$$

$$V = \frac{5}{2} a^2 d \pi \sqrt{\frac{5+\sqrt{5}}{2}}.$$

Wird dieses Fünfeck z. B. um eine seiner Seite
so ist $d = \frac{1}{2} a (1 + \sqrt{5})$, also auch

$$\Phi' = 5 a^2 \pi \sqrt{\frac{5 + \sqrt{5}}{2}}$$

und

$$V' = \frac{5}{4} a^3 \pi \sqrt{5 + 2\sqrt{5}}.$$

Wird aber das Fünfeck um eine Gerade gedreht,
eine Spitze des Polygons geht und auf den Radius
senkrecht steht, so ist $d = a$ und daher

$$\Phi'' = 10 a^2 \pi \sqrt{\frac{5 - \sqrt{5}}{2}}$$

und

$$V'' = \frac{5}{2} a^3 \pi \sqrt{\frac{5 + \sqrt{5}}{2}}.$$

IV. Gehn wir nun auch zu einigen krummlini
ren über und betrachten wir unter diesen zuerst di
ste oder den *Kreis*. Ist a der Halbmesser desselbe
man für den Umkreis S und für die Fläche F dieser
bekannten Ausdrücke

$$S = 2 a \pi \text{ und } F = a^2 \pi.$$

Wird also dieser Kreis um eine aufser ihm liegende A
und heifst d der senkrechte Abstand des Mittelpuncts
ser Axe, so hat man für die Oberfläche Φ und für
lumen V des so entstehenden Körpers

$$\Phi = 4 a d \pi^2 \text{ und } V = 2 a^2 d \pi^2 \text{ oder } V = \frac{1}{2} a ($$

Ist daher $d = a$ oder wird der Kreis um eine sei
genten gedreht, so ist

$$\Phi' = 4 a^2 \pi^2 \text{ und } V' = 2 a^3 \pi^2.$$

V. Die Fläche der Ellipse, deren Halbaxen a u
wurde oben gleich $F = a b \pi$ gefunden. Wird daher
lipse um ihre Tangente im Endpuncte der grofsen Axe
so ist $d = a$ und demnach

$$V = 2 a^2 b \pi^2.$$

Wird sie aber um ihre Tangente im Endpuncte de
Axe gedreht, so ist $d = b$ und daher

$$V = 2 a b^2 \pi^2.$$

nan in den beiden letzten Ausdrücken $a = b$, so erhält

$$V = 2a^3\pi^2$$

Rotation des Kreises um seine Tangente.

I. Für die Fläche der Lemniscate haben wir oben die $F = 2a^2$ gefunden, wo $AB = AC = a\sqrt{2}$ ist. Geht Fig. 280.
e Drehungsaxe durch den Scheitel B senkrecht auf BC, $Y = ab = a\sqrt{2}$ und daher auch das Volumen des durch tation dieser Curve entstandenen Körpers

$$V = 2\pi . YF = 4a^3\pi . \sqrt{2}.$$

II. Für die Rotation der Astrois wurde oben der Um- $= 6a$ und die Fläche $F = \frac{3a^2\pi}{8}$ gefunden. Ist also d der senkrechte Abstand des Mittelpuncts A der Astrois Fig. 272.
Rotationsaxe, so hat man

$$\Phi = 12\,ad\pi \text{ und } V = \tfrac{3}{4}a^2 d\pi^2.$$

lso die Astrois um eine Gerade gedreht, die durch den D oder E parallel mit der Abscissenaxe BC geht, so a und daher

$$\Phi' = 12\,a^2\pi \text{ und } V' = \tfrac{3}{4}a^3\pi^2.$$

er die Rotationsaxe durch zwei benachbarte Spitzen C der C und D, so ist $d = \frac{a}{\sqrt{2}}$ und daher

$$\Phi'' = \frac{12a^2\pi}{\sqrt{2}} \text{ und } V'' = \frac{3a^3\pi^2}{4\sqrt{2}}.$$

I. Um auf dieselbe Weise auch die Oberfläche und umen desjenigen Körpers zu finden, der durch die Ro- ler Cykloide entsteht, so ist uns zwar der Ort des Fig. 274.
ncts dieser Curve nicht unmittelbar und ohne Rech- ie bei den vorhergehenden krummen Linien, bekannt, ist gewiſs, daſs derselbe irgendwo in der Linie CD nuſs, weil die Curve zu beiden Seiten dieser Geraden isch vertheilt ist.

mt man daher die Rotationsaxe mit dieser Geraden CD und von ihr um die senkrechte Distanz d entfernt, so , da nach dem Vorhergehenden

$$F = 3a^2\pi \text{ und } S = 8a$$

ist, für den so entstehenden Rotationskörper die Aus

$$O = 16 a d \pi \text{ und } V = 6 a^2 d \pi^2.$$

Ist also diese Rotationsaxe zugleich die Tangente A E tel A der Cykloide, so ist C A = a π = d und dab

$$O' = 16 a^2 \pi^2 \text{ und } V' = 6 a^3 \pi^3,$$

ganz übereinstimmend mit dem, was wir oben für Körper mit Hülfe unserer kleinen Tafel gefunden ha

F. Oberfläche und Volumen der rege gen Polyeder.

Beschliefsen wir diesen Gegenstand mit der An Oberfläche und des Volumens der sogenannten *pla* d. h. derjenigen Körper, die durchaus von gleich mäfsigen Polygonen begrenzt werden und deren körperli kel alle unter sich gleich sind. Solcher Körper gieb kanntlich nur *fünf*, nämlich: I. das *Hexaeder* oder fel, der von sechs gleichen Quadraten begrenzt wird *Tetraeder*, das von vier, III. das *Oktaeder*, das von IV. das *Ikosaeder*, das von zwanzig gleichen und gl gen Dreiecken, und endlich V. das *Dodekaeder*, zwölf regelmäfsigen Fünfecken eingeschlossen wird.

Sey m die Anzahl der Seiten jedes körperlichen oder die Anzahl der Polygone, welche in jeder Ecke pers in einem Puncte zusammenstofsen, und sey n der Seitenlinien jedes einzelnen Polygons oder die jede Ebene des Körpers begrenzenden Linien, so für das

	m	n
Hexaeder	3	4
Tetraeder	3	3
Oktaeder	4	3
Ikosaeder	5	3
Dodekaeder	3	5

Fig. 288. Legt man nun durch den Mittelpunct O und d Kanten (Seitenlinien) A C des Polyeders Ebenen, durch jede Spitze A, C... des Polyeders m solche Heifst daher 2 α der Winkel je zwei nächster solch

und dieselbe Spitze gehender Ebenen, so ist $2\alpha = \frac{360°}{m}$.
t man dann aus dem Mittelpuncte B oder E der das Po-
er begrenzenden Polygone zu denselben Spitzen A, C...
de Linien und heiſst man 2β den Winkel ABC oder
C je zwei nächster dieser geraden Linien, so ist ebenso
$= \frac{360°}{n}$. Zieht man aber aus denselben Mittelpuncten B, E...
die Kanten AC die senkrechten Linien BD, ED, die
der in dem Puncte D begegnen, so ist der Winkel
E = N der *Neigungswinkel* der Polygone oder der Sei-
chen des Polyeders gegen einander, so wie zugleich die
OA = R den Halbmesser der um und OB = r den
messer der in das Polyeder beschriebenen Kugel bezeich-
Endlich wollen wir noch durch f die Fläche eines das
der begrenzenden Polygons, durch Φ die ganze Oberflä-
des Polyeders und endlich durch V das Volumen oder
körperlichen Inhalt des Polyeders bezeichnen. Um nun
rößsen N, R, r, f, Φ und V für jedes jener fünf Po-
r zu finden, wollen wir aus dem Mittelpuncte O mit ei-
der Einheit gleichen Halbmesser eine Kugel beschreiben,
e die Linien OA, OB und OD in den Puncten a, b
d treffen soll. Dadurch erhält man ein sphärisches, in d
winkliges Dreieck abd, in welchem die beiden andern
kel folgende Werthe haben:

$$a = \alpha = \frac{180°}{m} \text{ und } b = \beta = \frac{180°}{n}.$$

m gemäſs ist also auch

$$\text{Cos. } bd = \frac{\text{Cos. } \alpha}{\text{Sin. } \beta} \text{ und Cos. } ab = \text{Cotg. } \alpha \,.\, \text{Cotg. } \beta.$$

t aber

$$\text{Cos. } bd = \text{Cos. } BOD = \text{Sin. } BDO = \text{Sin. } \tfrac{1}{2} N$$

$$\text{Cos. } ab = \frac{BO}{AO} = \frac{r}{R},$$

ist auch

$$\text{Sin. } \tfrac{1}{2} N = \frac{\text{Cos. } \alpha}{\text{Sin. } \beta} \text{ und } \frac{R}{r} = \text{Tang. } \alpha \text{ Tang. } \beta.$$

ndlich die Kante des Polyeders AC = a, so hat man

$$AB = \frac{\frac{1}{2}a}{\text{Sin.}\,\beta}$$

und daher auch

$$R^2 = r^2 + \frac{\frac{1}{4}a^2}{\text{Sin.}^2\beta}.$$

Wir erhalten daher für die Bestimmung der Gröfsen N
r folgende Ausdrücke:

$$\text{Tang.}\,\tfrac{1}{2}N = P\,.\,\text{Cos.}\,\alpha,$$

$$R = \tfrac{1}{2}a\,P\,.\,\text{Sin.}\,\alpha$$

und

$$r = \tfrac{1}{2}a\,P\,.\,\text{Cos.}\,\alpha\;\text{Cotg.}\,\beta,$$

wo der Kürze wegen

$$P = \frac{1}{\sqrt{\text{Sin.}^2\alpha - \text{Cos.}^2\beta}}$$

gesetzt worden ist. Kennt man aber einmal diese A
so hat die Bestimmung der drei noch übrigen Gröfs
und V keine weitere Schwierigkeit.

Wenden wir nun diese allgemeinen Formeln auf
zelnen jener fünf Körper an, so hat man

I. für das *Hexaeder* oder für den Würfel

$$\alpha = 60^\circ,\quad \beta = 45^\circ,\quad N = 90^\circ,$$

$$R = \frac{a\sqrt{3}}{2},\quad r = \frac{a}{2},\quad f = a^2,$$

$$\Phi = 6a^2,\quad V = a^3,$$

wo a die Kante AC des Polyeders bezeichnet.

II. Für das *Tetraeder* oder die regelmäfsige,
gleichen und gleichseitigen Dreiecken eingeschlossen
mide ist

$$\alpha = \beta = 60^\circ,\quad \text{Sin.}\,\frac{N}{2} = \frac{1}{\sqrt{3}},$$

$$R = \frac{3a}{\sqrt{24}},\quad r = \frac{a}{\sqrt{24}},\quad f = \frac{a^2\sqrt{3}}{4}.$$

$$\Phi = a^2\sqrt{3},\quad V = \frac{a^3}{6\sqrt{2}}.$$

III. Für das *Oktaeder* ist

$$\alpha = 45^0,\ \beta = 60^0,\ \text{Sin.}\frac{N}{2} = \sqrt{\frac{2}{3}},$$

$$R = \frac{a}{\sqrt{2}},\ r = \frac{a}{\sqrt{6}},\ f = \frac{a^2\sqrt{3}}{4},$$

$$\Phi = 2a^2\sqrt{3},\qquad V = \frac{a^3\sqrt{2}}{3}.$$

IV. Für das *Ikosaeder* ist

$$\alpha = 36^\circ,\ \beta = 60^\circ,\ \text{Sin.}N = \tfrac{2}{3},$$

$$= \frac{a}{4}\sqrt{10 + 2\sqrt{5}},\ r = \frac{a}{2}\sqrt{\frac{7 + 3\sqrt{5}}{6}},\ f = \tfrac{1}{4}a^2\sqrt{3},$$

$$\Phi = 5a^2\sqrt{3},\ V = \tfrac{5}{12}a^3(3 + \sqrt{5}).$$

. Für das *Dodekaeder* endlich hat man

$$= 60^\circ,\ \beta = 36^\circ,\ \text{Tang.}\frac{N}{2} = \sqrt{\frac{3+\sqrt{5}}{2}},$$

$$\sqrt{18+6\sqrt{5}},\ r = \frac{a\sqrt{50 + 22\sqrt{5}}}{4\sqrt{5}},\ f = \frac{5a^2}{2}\cdot\sqrt{\frac{10+2\sqrt{5}}{10-2\sqrt{5}}},$$

$$\frac{3a^2}{8}(10 + 2\sqrt{5})^{\frac{3}{2}} \text{ und } V = \tfrac{1}{4}a^3(15 + 7\sqrt{5}).$$

ine weitere Auseinandersetzung der Theorie dieser von Flächen begrenzten Körper, die auch in der Physik, lers in der Krystallographie, häufig Anwendung findet, nan in Klügel's mathem. Wörterbuche[1] nachsehn. Mit ier betrachteten regulären Polyedern haben sich schon eren Griechen, besonders in der pythagoräischen Schule, schäftigt. Die Pythagoräer verglichen, nach ihrer sym-en Lehrart, das Hexaeder mit der Erde, das Tetraeder m Feuer, das Oktaeder mit der Luft, das Ikosaeder mit Vasser und das Dodekaeder mit dem Weltall[2].

L.

S. daselbst Art. *Vieleckige Körper.* Bd. V. S. 817.

S. Plato im Timaeus. Euklid's XIII., XIV. und XV. Buch sind rachtung dieser Körper gewidmet. Die Netze zur Verfertigung Körper findet man in den mathem. Schriften Wolf's. Neuere chungen darüber von Rothe, Cauchy, Gergonne, Grunert, d.

Volumeter,

aus dem lateinischen Worte *Volumen* und dem g *μέτρον* gebildet, bezeichnet drei von Hare[1] angeg parate, welche bestimmt sind, gewisse gleich gr mina, zuweilen auch von ungleicher, aber bestimm einer Gasart oder tropfbaren Flüssigkeit aus eine Masse wegzunehmen oder in ein Gefäfs hineinzubr scheint mir indefs nicht angemessen, eine ausfüh durch die gegebenen Zeichnungen erläuterte Beschre aufzunehmen, da jeder P ysiker oder Chemiker be mender Gelegenheit eine lem speciell vorliegende angemessene Vorrich nach allgemein bekannt pien herstellen kann. llgemeinen besteht der A einem Gefäfse, w oben und unten durch Stöpsel oder Deck erschlossen, an einer Han festigt und mit eine nden Arme versehn ist, ein anderes gegebenes g seres Gefäfs zu bringen, Verschlufs durch einen Druck gegen einen Hebelar nen und so die Füllung oder Entleerung desselb werkstelligen. Nach einer andern Construction ist mit einer Pumpe verbunden, deren Stiefel mit g Abtheilungen versehn wird, um durch geringeres o res Heben oder Niederdrücken des Embolus ein Volumen Gas oder Flüssigkeit aus einem Behälter men oder in denselben hineinzubringen.

Steiner u. s. w. findet man in Crelle's Zeitschrift, in Fér letin des sc. mathém., in Gergonne's Annales de Mathém Journal de l'école polytechnique u. s. w.

1 Annals of Philos. 1828. Aug. p. 126. Wiener Zei V. S. 99.

Vorrücken der Nachtgleichen.

Damit verbunden

[Nut]ation und Schiefe der Ekliptik.

Vorrücken der Nachtgleichen, Prä[cess]ion; *Praecessio Aequinoctiorum*; Précession [des] équinoxes; *Precession of Equinoxes.*

[M]it diesem Worte bezeichnet man in der Astronomie die [Ersch]einung, nach welcher die *Länge* aller Fixsterne jährlich [um 5]0,2 Secunden zunimmt, während die *Breite* derselben im [allge]meinen unverändert bleibt. Dieses kann nun entwe[der v]on einer wirklichen vorwärts oder östlich gehenden Be[wegu]ng aller Fixsterne in einer der Ekliptik parallelen Rich[tung h]ommen, oder auch von einem ebenso grofsen Rück[wärtsg]ehn der Aequinoctialpuncte[1], als von welchen Puncten an [die L]ängen gezählt werden. Das Letztere ist offenbar bei [weite]m das Wahrscheinlichere. Diese Aequinoctialpuncte sind [bekan]ntlich die beiden einander gegenüberstehenden Durch[schnit]tspuncte des Aequators mit der Ekliptik (der Sonnen[bahn]). Wenn nun die Ekliptik als ruhend angenommen wird [und] wenn der Aequator sich, mit sich selbst parallel, von [Ost g]egen West oder gegen die Ordnung der Zeichen bewegt, [so w]erden dadurch auch jene Aequinoctialpuncte von Ost gen [West] zurückgehn und die Länge aller Sterne wird mit der [Zeit] immer gröfser werden, während die Breite derselben, [in Bezug auf] der ruhenden Ekliptik, dieselbe bleibt, ganz überein[stim]mend mit der erwähnten Erscheinung der Präcession.

HIPPARCH, der gröfste Astronom des Alterthums, der um [das J]ahr 140 vor Chr. G. zu Alexandrien lebte, fand zuerst [diese] scheinbare Bewegung der Fixsterne (oder diese wahre [Bewe]gung des Aequators), indem er die 160 Jahre früher von [TIMO]CHARIS und ARISTYLL angestellten Beobachtungen der

---

1 S. Art. *Nachtgleichenpuncte.* Bd. VII. S. 5.

Länge der Fixsterne mit seinen eigenen verglich, und Pt
mäus, der um d. J. 130 nach Chr. G. in derselben St
obachtete, nahm diese Zunahme der Länge der Fixster
runder Zahl zu einem Grad für hundert Jahre, also zu 3
cunden in einem Jahre an. Da diese Bewegung allen
sternen gemeinschaftlich ist und da die Breite derselben
dabei nicht ändert, so zogen schon diese beiden griechi
Astronomen daraus den Schlufs, dafs sie ihre Ursache
in den Sternen selbst, sondern in einer rückwärtsgehe
Bewegung des Aequators haben müsse. Dafs dadurch
die *Sternbild* Himmel ändern und dafs
das Sternbild de ht mehr im Frühlingspuncte
d der Waage nicht Herbstpuncte, wie ehemals,
30 Grade weiter ten steht, diese erste und auffall
äcessi eits oben[1] auseinandergesetzt
B. un 300 vor Chr. G. die Brust de
in dieser Frühlingspunct
hnung in den Hyaden de
4020 im westlich nde der Zwillinge und im
Mitte des Krebses, wie derselbe Punct in der
it um das Jahr 4000 ch Chr. in der Mitte des W
sermanns, im Jahre 6150 im Kopfe des Steinbocks und
8300 in der Spitze des Pfeils des Schützen seyn wird.

A. Unmittelbare Folgen der Präcession

Eine unmittelbare und schon ohne Rechnung sicht
Folge der Präcession ist die Aenderung des Pols des Ae
tors (oder des sogenannten Weltpols) unter den festen Ge
nen des Himmels. Wenn nämlich der Aequator mit
selbst parallel auf der festen Ekliptik von Ost gegen West g
so mufs auch der Pol des Aequators um den festen Pol
Ekliptik von Ost gegen West gehn, oder da der Winkel
Aequators mit der Ekliptik constant ist, also auch die Ent
nung jener beiden Pole immer constant bleiben mufs, so
der bewegliche Pol des Aequators um den festen Pol
Ekliptik in der Richtung von Ost gegen West einen K
beschreiben, in dessen Mittelpuncte der Pol der Ekliptik
Nach dem Vorhergehenden geht nämlich der Frühl

1 S. Art. *Sternbilder*. Bd. VIII. S. 1001.

ler ruhenden Ekliptik in jedem Jahrhundert um 1,39 westlich oder rückwärts, also geht auch der Pol des tors in der Peripherie des erwähnten Kreises in hundert n um dieselbe Gröfse von 1,39 Graden rückwärts oder die Ordnung der himmlischen Zeichen. In unseren Taist der Nordpol des Aequators nahe bei α Ursae minoris m Ende des Schweifes von dem kleinen Bären, daher dieser Stern von uns der *Polarstern* genannt wird. Alin der Folgezeit wird er, wie der blofse Anblick eines Himmelsglobus zeigt, durch die Mitte des Cepheus und durch den nördlichen Flügel des Schwans, dann durch Kopf der Leier und durch den östlichen Fuſs des Hergehn. Ebenso war dieser Pol um das Jahr 3000 vor us auf der andern Seite bei dem Stern α im Drachen n J. 4100 vor Christus bei γ Cephei u. s. f., so dafs also Veltpol seine ganze Peripherie von 360 Graden um den er Ekliptik in nahe 25900 Jahren zurücklegen würde, Zeit, die man ehedem das *grofse* oder *platonische Jahr* nt hat, obschon die älteren Chronologen mit diesem auch mehrere andere grofse Perioden angedeutet ha- Allein jene Umlaufszeit ist nicht ganz richtig, da die he Bewegung der Aequinoctien oder der Weltpole sich r Zeit ändert, wie wir bald näher sehn werden.

Da nun die Polhöhe (oder die geographische Breite) des nen Orte sich nicht ändert, wie alle unsere Beobachn zeigen, während doch die Poldistanzen aller Sterne en, wenn der Pol von ihnen weg geht, so geschieht es, nehrere Sterne am nördlichen Himmel jetzt für uns aufntergehn, während sie doch unsern Vorfahren an dem- Orte der Erde immer über dem Horizonte verweilten, für sie auf- oder unterzugehn. Ist nämlich φ die Poldes Beobachtungsorts, p die Distanz eines Fixsterns vom ole und z die vom Zenith des Beobachters, so hat ür die untere Culmination des Gestirns die bekannte ein- Gleichung

$$z = p - \varphi + 90^\circ,$$

so z die gröfstmögliche Zenithdistanz ist, die der Stern ese geographische Breite erhalten kann. Ist $p = \varphi$ oder $= 0$, so ist $z = 90^\circ$ oder das Gestirn geht nicht mehr d unter, sondern berührt nur, in seiner untern Culmi-

nation, den Horizont des Beobachters. Wächst aber die Pol distanz p oder geht, was dasselbe ist, der Weltpol von Gestirn weg, so wird, da φ unverändert bleibt, z größer 90°, und der Stern kann daher auf- und untergehn. Nimmt endlich p ab oder nähert sich der Pol dem Gestirne, so wird z kleiner als 90° oder der Stern kann den Horizont nicht erreichen und bleibt daher für den Beobachter immer sichtbar. Um diejenigen Sterne zu finden, durch welche im Laufe der Zeiten der Pol des Aequators geht, wird man auf einer Sterncharte oder auf einem Himmelsglobus um den Pol der Ekliptik als Mittelpunct einen Kreis mit dem Halbmesser 23° 28' ziehn, und die Peripherie dieses Kreises wird die gesuchte Bahn des Weltpols seyn, der in derselben in jedem Jahrhundert einen Bogen von 1,39 Graden von Ost gen West (oder gegen die Ordnung der 12 Himmelszeichen der Ekliptik) zurücklegt. Bei dem ersten Anblick dieses Kreises sieht man, dafs der Weltpol durch mehrere Jahrtausende vor und nach unserer Zeit den Sternen im I. und IV. Quadranten der Rectascension näher kommt und im Gegentheil von allen Sternen des II. und III. Quadranten sich entfernt, dafs also die Poldistanz von jenen Sternen abnimmt und die von diesen wächst. Der grofse Bär, der beinahe ganz im zweiten Quadranten liegt, entfernt sich daher seit Jahrtausenden immer mehr vom Pole, oder die Poldistanzen aller seiner Sterne werden immer gröfser, und da für denselben Beobachtungsort die Distanz des Pols vom Horizonte stets dieselbe bleibt, so werden jetzt mehrere Sterne in den Füfsen des grofsen Bären auf- und untergehn, die ehemals immer über dem Horizonte dieses Beobachtungsortes sichtbar blieben. So sagt z. B. schon Homer von diesen Sternen des grofsen Bären, dafs sie sich nie in dem Ocean baden. In der That ging dieses Gestirn zu Homer's Zeiten (nahe 1000 Jahre vor Chr. G.) für Griechenland nicht unter, obschon in unsern Tagen mehrere Sterne in den Füfsen dieses Sternbildes für jenes Land bereits auf- und untergehn, so dafs die neueren griechischen Dichter mit Recht sagen können, der grofse Bär wasche wenigstens seine Füfse täglich in den Fluthen des Oceans.

Eine weitere unmittelbare Folge der Präcession ist, dafs unsere *Sternkataloge* und mehrere *Sterncharten* und *Himmelsgloben* nur für eine gewisse Zeit gelten, da der Frühlingspunct



Pol des Aequators, also auch der Aequator selbst mit seinen Parallelkreisen mit der Zeit durch ganz andere ..e geht. Seit HOMER bis auf unsere Zeiten beträgt diese ..ückung schon nahe 39 Grade. Wollte man alte Globen ..pätere Zeiten oder umgekehrt gebrauchen, so müſste man ihnen die beiden Weltpole verrücken, was nicht angeht, ..se auf den Globen fest sind und die Kugel sich um sie ..muſs. Daher haben einige Astronomen auf solche Vor..ngen bei den Globen gedacht, wobei man die Stellung Weltpole, den Zeiten gemäſs, verrücken kann. CASSINI[1] ..in Modell dazu vorgeschlagen und SEGNER[2] ein anderes ..einer Erfindung mitgetheilt.

Präcession als Hülfsmittel zu historischen Untersuchungen.

Wenn uns aus dem Alterthum eine solche Charte oder ..immelsglobus erhalten worden wäre, auf dem man die des Aequators genau verzeichnet fände, so würden wir .. auf das Alter dieses Globus schlieſsen können. Sähen .. B. auf einem solchen Globus den Frühlingsnachtglei..punct bei k an der Stirne des Stiers, so würde daraus ..n, daſs dieser Globus vor 4600 Jahren verfertigt worden .. da der erwähnte Stern jetzt die Länge von 64 Graden ..nd dieser Bogen durch die Präcession in 4600 Jahren ..gelegt wird. Man hat auch in der That bereits mehrere ..r Monumente des Alterthums aufgefunden. Die Ruinen ..lten Stadt *Denderah* (Tentyris) in Oberägypten sind durch .. groſsen Tempel ausgezeichnet, den uns die Zeit ohne ..chtliche Störungen erhalten hat. An der Decke dieses ..pels sieht man die zwölf Figuren des Thierkreises in der..n Ordnung, in welcher sie von der Sonne durchlaufen ..en. Dieser Thierkreis ist bekanntlich in den letzten Jah.. nach Paris gebracht worden, wo er bald der Gegenstand allgemeinen Aufmerksamkeit wurde. An der Spitze der ..e dieser Figuren erblickt man das Sternbild des *Löwen*, zuerst über dem Thore des Tempels hervorzutreten scheint.

1 Hist. de l'Acad. des Sciences. 1708. p. 97.
2 Dessen astronom. Vorlesungen. Halle 1775. Th. 1. S. 188.

Man wollte daraus den Schlufs ziehn, dafs zur Zeit der E-
richtung dieses Thierkreises oder dieses Tempels die Sonne
Anfange des Jahres im Zeichen des Löwen gewesen seyn
Das Ruraljahr der alten Aegyptier begann aber mit dem S
mersolstitium, zu welcher Zeit der Nil auszutreten pf
Nimmt man also, aus Mangel an näheren Nachrichten,
Mitte des Löwen als denjenigen Punct an, in welchem
Sonne im Anfange jenes Jahres war, so war das Solsti
also auch der Nachtgleichenpunct, zu jener Zeit volle 60 Gr
weiter, als es jetzt ist, gen Osten gelegen, und dieses
einen Zeitraum von 60 dividirt durch 0,0139 oder von
Jahren, so dafs also jener Tempel gegen das Jahr 2740
Chr. G., zur Zeit des HANGTI in China, erbaut worden w
Wollte man aber den *Anfang* dieses Sternbildes für den
scheidenden Punct nehmen, so hätte man nur 40 Grade für
Präcession und die Erbauung des Tempels würde in das
1100 vor Chr. G. oder in die Zeit von DAVID fallen,
cher auch der Tempel von Jerusalem erbaut worden ist.
der sich mit diesem Gegenstande sorgfältig beschäftigte
ihm ein eigenes Werk widmete, will mit grofser Sich
heit gefunden haben, dafs die Errichtung dieses Tempels
das Jahr 700 vor unserer Zeitrechnung, also kurz nach
Erbauung Roms, fallen soll. Einen andern ägyptischen T
pel, den zu *Latopolis*, setzt FOURIER auf das Jahr 2500
Chr. und DUPUIS sogar auf das Jahr 15000 vor dieser E
che. Da ihm aber später das so hohe Alter dieses Gebä
doch selbst unwahrscheinlich war, so fand er für gut, a
nehmen, dafs durch diesen Thierkreis von Latopolis nicht
wohl die Orte der Sonne zur Zeit des Solstitiums, als viel
die ihr gegenüberstehenden Puncte des Himmels angedeutet
den sollen, und durch diese kleine Veränderung würde di
bauung des Tempels um eine halbe Revolution der Aequin
oder um volle 13000 Jahre in der Zeit vorgerückt, s
sie auf das Jahr 2000 vor Chr. fallen müfste. CHAMPOL
endlich und LETRONNE, welche diesen Thierkreis auf
ganz andere, mehr kritische Weise untersuchten, kame
das Resultat, dafs diese religiösen Gebäude erst unte
Regierung TRAJAN's und seiner nächsten Nachfolger
worden sind, und auf ähnliche Schlüsse sind auch
CONTI und PARAVEY gekommen, die sich zuletzt mit

en Thierkreisen beschäftigten, die man in Denderah, Latopolis, Esne in Oberägypten und auch in Palmyra, Cathay und in mehrern Städten Indiens, besonders am Ganges, gefunden hat. Die grofse Verschiedenheit der Altersbestimmungen dieser Gebäude erregt den Verdacht, dafs diese Monumente der Vorzeit wohl nicht sehr geeignet seyn mögen, um aus ihnen selbst die Zeit ihrer Entstehung mit Sicherheit abzuleiten, und dafs die meisten der von ihren Untersuchern vorgebrachten Resultate wohl nur auf blofsen Meinungen und Ansichten beruhn, die bei dem Mangel aller ächt historischen Geschichtsquellen ebenso wenig eines strengen Beweises, als einer genügenden Widerlegung fähig sind. Es ist schon schwer, wo nicht unmöglich, an diesen Denkmälern zu erkennen, welches Zeichen dem Anfange des Jahrs oder den Solstitien entsprechen soll. Aber wenn man auch endlich dazu gelangte, wer bürgt uns dafür, dafs die alten Indier oder Aegyptier, wenn sie z. B. die Aequinoctien in den Stier oder in die Zwillinge setzten, dadurch andeuten wollten, dafs zu ihrer Zeit die Aequinoctien auch in der That diese Stelle am Himmel eingenommen haben? Man kennt die Sucht dieser Völker, mit einem hohen Alterthume ihres Ursprungs zu prahlen und die frühesten Beherrscher ihres Landes Tausende, ja Millionen von Jahren zurückzusetzen. Wenn ihnen die Präcession der Aequinoctien in der That auch nur im Allgemeinen bekannt war, mufsten sie durch jene Eitelkeit nicht verleitet werden, ihren Thierkreis absichtlich rückwärts zu stellen, um auch dadurch ihren Tempeln den Glanz eines hohen Alters bei der Nachwelt zu sichern? So haben uns die Engländer erst in unsern Tagen mit sehr alten Planetentafeln der Indier bekannt gemacht, die sämmtlich von einer Conjunction aller Planeten anfangen, die um das Jahr 3100 vor Chr. G. statt gehabt haben soll. Allein als man diese altergrauen Tafeln genauer untersuchte, fand man, dafs jene allgemeine Conjunction mit unsern besten neuen Planetentafeln im directen Widerspruche steht, und dafs dieselben indischen Tafeln noch eine andere, viel neuere Epoche voraussetzen, die in das Jahr 1491 nach Chr. G. fällt, wo man dann, wenn man von dieser Epoche und mit der mittleren Bewegung nach der Annahme der Indier zurück rechnet, allerdings jene alte Conjunction wieder findet, die aber dessenungeachtet nur fictiv

ist und durch blofse Rechnung, nicht aber, wie ihre Verfas sagen, durch eine eigentliche Beobachtung entstanden ist.

Indefs gewährt uns doch die Lehre von der Präcessi mehrere Hülfsmittel zu historischen Untersuchungen der ä Zeiten. So erzählt z. B. Ptolemäus in seinem Almag dafs Eudox, ein Zeitgenosse Plato's, einen der größ Fixsterne nahe bei dem Nordpole des Aequators gesehn ha Da Plato nahe 350 Jahre vor Chr. G. lebte, so kann di ses, wie aus dem Vorhergehenden folgt, nicht unser geg wärtiger Polarstern oder α im kleinen Bären gewesen sey der damals noch sehr weit vom Weltpole entfernt war. Be trachtet man aber den oben erwähnten Kreis von 23° 28' a dem Globus, so findet man einen einzigen Fixstern in jen Gegend, der von bedeutender (der dritten) Gröfse ist und der Vorzeit dem Pole sehr nahe gestanden haben kann. E ist dieses der Stern α im Drachen, dessen Rectascension Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts 209° 45' und de sen Declination 65° 20' ist. Daraus findet man die Län desselben für unsere Zeit gleich 154° 40'. Wenn nun die Stern zu jener frühen Zeit in der That sehr nahe beim P des Aequators gestanden hat, so mufs damals seine Län gleich 90 Graden gewesen seyn. Die Differenz dieser beid Längen 64° 40' wird aber von der Präcession, die jährli 0°,01395 Jahre beträgt, erst in 4625 Jahren zurückgelegt, s dafs also dieser Stern um das Jahr 2835 vor Chr. G. dem Po am nächsten gewesen seyn mufs. Da aber diese Epoche vo 2485 Jahre vor Plato's Zeit fällt, so ist die Nachricht d Ptolemäus unrichtig und Eudox hat uns keineswegs da den Zustand des Himmels, wie er zu seiner Zeit statt hat beschrieben, sondern er hat uns nur vielleicht eine nahe 25 Jahre ältere Sage erzählt, die er von den Aegyptiern od Chaldäern erhalten haben mag. Andere wollten diese Nachric auf den Stern μ Draconis beziehn, dessen Rectascension je 186° 13' und dessen Declination 70° 54', dessen gegenwärti Länge also 133° 43' ist. Daraus folgt, dafs dieser Stern i Jahre 1310 vor Christus dem Pole am nächsten stand, also na 1000 Jahre vor Plato's Zeit, so dafs also auch die so ve besserte Nachricht nicht pafst.

Wie es aber auch mit diesen und ähnlichen Nachricht aus so uralten Zeiten sich verhalten mag, so läfst sich do

‑m zweifeln, dafs die Sternbilder des Thierkreises selbst ‑en Zusammenhang mit den Erscheinungen des Himmels und ‑ Jahreszeiten der Erde zu jener Zeit gehabt haben, als die ‑chen zuerst darauf verfallen sind, jene Sterngruppe durch ‑e Namen zu bezeichnen. Die *Waage* scheint die Gleich‑ ‑der Tage und Nächte, der *Krebs* und der *Steinbock* den ‑n und höchsten Punct der Ekliptik angezeigt zu haben; *Wassermann* und die *Fische* waren vielleicht die Stern‑ ‑r, in welchen die Sonne zur Zeit der jährlichen Ueber‑ ‑wemmung des Nils in Aegypten stand; der *Widder* und *Zwillinge* mögen Zeichen des Frühlings und der wieder‑ ‑benden Natur gewesen seyn, so wie der *Löwe* die Kraft Sonne im hohen Sommer, die *Jungfrau* mit der Aehre Zeit der Ernte angezeigt hat u. s. w. Aber alles dieses pafst ‑utage weder auf unser, noch auf das ägyptische oder ‑che Klima. Welches war also die Zeit, auf welche diese ‑nnungen noch am besten pafsten? Laplace meint, dafs diese Benennungen der Sternbilder am schicklichsten er‑ ‑, wenn man die ganze Sphäre des Himmels nahe um 180 ‑e umkehrt. Damals, als der *Widder* in der Herbstnacht‑ ‑he, der *Steinbock* am höchsten Puncte der Ekliptik im ‑mersolstitium, als die *Waage* in der Frühlingsnachtgleiche der *Krebs* am tiefsten Puncte im Wintersolstitium stand, ‑als trafen jene Bedeutungen der Namen aller Sternbilder ‑besten zu. Allein diese Zeit ist volle 15000 Jahre von uns ‑ernt, und zu dieser Zeit soll es schon Völker auf der ‑e gegeben haben, die Mufse und Bildung genug hatten, ‑ mit der Kenntnifs des Himmels zu beschäftigen und die ‑egungen der Körper desselben zu betrachten? Ohne die ‑lichkeit eines solchen Ereignisses bestreiten zu wollen, ‑en wir doch bekennen, dafs unsere Menschengeschichte, ‑weit wir sie mit einiger Verläfslichkeit kennen, noch nicht ‑0 Jahre alt ist. Ueber Moses hinaus, der 1500 vor Chr. ‑lebte, ist Alles dunkel, und wie sollte es gekommen seyn, ‑ er selbst von jenem Volke, das über zehntausend Jahre ‑ ihm geblüht haben müfste, wie von allen Nachfolgern des‑ ‑ben, uns auch nicht die geringste Mittheilung gegeben hat? ‑merhin wäre es sehr wünschenswerth, die Nachrichten, ‑lche die Indier und Chinesen von den alten Zeiten besitzen ‑len, mit kritischem Blicke streng zu untersuchen und diesen

für die ganze Menschengeschichte höchst wichtigen Gegenst[ands] einmal ins Reine zu bringen, aber nicht durch Declamation[en,] Ansichten und Hypothesen, sondern durch Beweise und, [wo] möglich, durch mathematische Beweise, wie etwa der f[ol]gende ist, durch den uns LAPLACE die vollkommene und u[n]bezweifelbare Versicherung gab, dafs die Chinesen im Ja[hre] 1100 vor Christus bereits förmliche astronomische Beobacht[un]gen angestellt haben.

Zum bessern Verständnifs dieses Beweises bemerken w[ir] zuerst, dafs die *Schiefe der Ekliptik*, wie unsere Beobach[tungen] übereinstimmend mit der Theorie uns lehren, in jed[em] Jahre um 0,48368 Secunden abnimmt und dafs sie im Anfan[g] des 19. Jahrhunderts gleich 23° 28′ 54″ gewesen ist, wie w[ir] im Verfolge dieses gegenwärtigen Artikels (M) sehn werd[en.] Nach den Nachrichten des FRÉRET und des Jesuiten GAU[BIL,] der lange in China als Missionär lebte, soll TSCHU-K[ONG,] Bruder des Kaisers WA-WANG, im Jahre 1100 vor Ch[r.] in der Stadt Loyang (die jetzt Hono-Fu heifst) Solstitia[lbe]obachtungen der Sonne an einem Gnomon von acht chin. F[uss] Höhe angestellt haben, und diese Beobachtungen sollen in [ei]nem der heiligen Bücher der Chinesen aufbewahrt word[en] seyn, wo es heifst, dafs die Länge des Schattens des Gnom[ons] zur Zeit des Sommersolstitiums $1\frac{1}{2}$ Fufs und zur Zeit des Wi[n]tersolstitiums 13 Fufs gewesen ist. Dieses heilige Buch s[oll] zugleich, nach dem Bericht derselben Jesuiten, eines der we[]nigen seyn, die der allgemeinen Proscription entgangen sin[d,] in welcher der Kaiser TSIN-SCHI-HOANG im Jahre 246 v[or] Chr. G. alle Bücher in China verbrennen liefs. Da die fro[m]men Väter, wie man sagt, es mit der Wahrheit ihrer Nach[]richten nicht immer sehr genau genommen haben, so woll[te] man auch gegen diesen ihren Bericht Zweifel erheben, der d[ie] älteste aller astronomischen Beobachtungen betrifft, die uns a[us] der Vorzeit erhalten worden sind. Sehn wir aber zu, o[b] dieser Zweifel gegründet ist.

Da wir die Schattenlänge des achtfüfsigen Gnomons [in] den beiden Solstitien kennen, so können wir daraus die zw[ei] Zenithdistanzen der Sonne Z und Z′ für die Stadt Loyang [ab]leiten, wo dann die halbe Summe $\frac{1}{2}(Z' + Z)$ derselben d[ie] Polhöhe oder die geographische Breite der Stadt, die hal[be] Differenz $\frac{1}{2}(Z' - Z)$ aber die Schiefe der Ekliptik für d[ie]

it 1100 vor Chr. G. geben wird. Im Sommersolstitium ist o die Zenithdistanz z des obern Randes der Sonne durch Gleichung gegeben

$$\text{Tang. } z = \frac{1.5}{8} \text{ oder } z = 10^\circ 37' 10'',8.$$

mt man für diese Zenithdistanz und für einen mittlern Zu- d der Atmosphäre für jene Zeit (28 Zoll Par. Barom. und + 20° erm. Reaum.) die Refraction, so findet man sie gleich ,3. Der Halbmesser der Sonne aber ist 15′ 47″,7, so dafs daher für die Summe dieser drei Zahlen hat

$$10^\circ\ 53'\ 8'',8.$$

t man davon noch die Höhenparallaxe 1″,3 der Sonne ab, rhält man für die Zenithdistanz des Mittelpuncts der Sonne Zeit des Sommersolstitiums

$$Z = 10^\circ\ 53'\ 7'',5.$$

das Wintersolstitium hat man ebenso

$$\text{Tang. } z = \frac{13}{8} \text{ oder } z = 58^\circ 23' 33'',0$$

Refractionsparallaxe	1 26,8
Halbmesser	16 14,0
ithdistanz des Mittelpuncts	$Z' = 58^\circ 41' 13'',8.$

n hat daher:

Polhöhe von Loyang $\frac{1}{2}(Z' + Z) = 34^\circ\ 47'\ 11''$,
Schiefe der Ekliptik $\frac{1}{2}(Z' - Z) = 23^\circ\ 54'\ 3''$.

h dem Vorhergehenden ist aber die Schiefe der Ekliptik Jahre 1800 gleich 23° 28′ 54″ und sie wird mit jedem fol- den Jahre um 0,48368 Secunden kleiner. Die Zwischen- von 1100 vor Chr. bis 1800 nach Chr. beträgt 2900 re, seit welcher Zeit also die Schiefe der Ekliptik um 0 (0,48368) Secunden oder um 23 Min. 22,6 Sec. abge- mmen hat, so dafs man daher nach dieser durch die Theo- bestimmten Abnahme für die Schiefe von 1100 vor Chr. G. ilt

$$23^\circ 28' 54'' + 23' 22'',6 = 23^\circ\ 52'\ 16'',6$$

r nur 1 Min. 46,4 Sec. kleiner, als jene Beobachtungen der n Chinesen gegeben haben. Diesen Unterschied wird man r klein finden, wenn man bedenkt, wie unvollkommen, st in unsern Zeiten, die Beobachtungen am Gnomon sind,

wiederkommende, bald zu-, bald abnehmende Aenderung erleidet, also im Allgemeinen *immer dieselbe bleibt*[1].

Auf eine ähnliche Weise verhält es sich auch mit der Fig. 288. Ebene des Aequators bei der abgeplatteten Erde. Ist AB dieser Aequator und ABCDE die Ekliptik, A oder E Frühlings- und C der Herbstpunct, so geht im ersten Quadranten der Länge irgend ein Punct des Aequators vermöge der täglichen Rotation der Erde durch ab und vermöge Anziehung der Sonne durch die kleine, auf den Aequ senkrechte Linie bc, so dafs also eigentlich dieser Punct Aequators in der Linie ac (der Hypotenuse des rechtwinklig Dreiecks abc) fortgeht oder dafs der durch die An hung der Sonne veränderte oder neue Aequator jetzt in Lage cad kommt und die Ekliptik in dem Puncte d schn det. Im ersten Quadranten der Länge oder der Rectascen gehn also die Aequinoctialpuncte zurück und die Schiefe ni ab, da in dem Dreieck Aad der äufsere Winkel oder frühere Schiefe bAB gröfser ist, als die neue cdA. Eben ergiebt der blofse Anblick der Zeichnung, dafs im zwe Quadranten die Aequinoctien zurückgehn und die Sch wächst, im dritten aber gehn die Aequinoctien zurück die Schiefe nimmt ab, im vierten endlich gehn die Aeq noctien zurück und die Schiefe wächst.

Also auch hier, wie oben bei den Planetenbahnen, ge durch die Wirkung der Sonne auf die abgeplattete Erde d Aequinoctien immer zurück, während die Neigung, so la man von ihren äufserst geringen periodischen Aenderung abstrahirt, constant bleibt. Dabei ist, wie es der Natur g mäfs seyn mufs, die tägliche Rotation der Erde angenomm und berücksichtigt worden. Wenn aber die Erde keine Ro tation hätte, so würde in allen vier Puncten unserer Zeich nung die Seite ab des Dreiecks abc gleich Null seyn u der Aequator der Erde würde durch die Anziehung der Son in allen vier Quadranten um die Linie bc der Ekliptik g nähert werden, oder dann würden die Aequinoctialpuncte i *Ruhe bleiben* und die Schiefe der Ekliptik immerfort *abneh men*. Also die Anziehung der Sonne auf das abgepla

1 Vergl. *Perturbationen*. Bd. VII. S. 449.

l würde, wenn die Erde keine Rotation hätte, blofs
efe der Ekliptik immerfort vermindern, ohne die Ae-
n in ihrer Lage zu stören; da aber die Erde sich um
dreht, so wird, durch dieselbe Anziehung der Sonne,
uinoctiallinie gegen die Ordnung der Zeichen bewegt,
ſs dabei die Schieſe eine Aenderung erleidet.
s hier von der Wirkung der Sonne gesagt wurde,
von allen andern Himmelskörpern, von denen aber
r Mond wegen seiner Nähe (so wie zuvor die Sonne
hrer Gröſse) einen für die Beobachtungen noch merk-
influſs hat. Auch der Mond bewirkt also, daſs die
ctien des Erdäquators rückwärtsgehn, und beide Wir-
zusammengenommen nennt man die *Lunisolarpräces-*
Dieses von der Sonne und dem Monde bewirkte, mit
immer fortschreitende Rückwärtsgehn der Aequinoctial-
auf der unbeweglichen Ekliptik wollen wir künf-
h ψ bezeichnen; diese Lunisolarpräcession ist, wie
eine bloſse Folge der Einwirkung der Sonne und des
uf die an ihren Polen abgeplattete und um ihre Axe
Erde, und dabei ist die Ekliptik als eine feste und
derliche Ebene angenommen worden, wie denn auch
That, durch diese Einwirkung jener beiden Gestirne
Erde, die Ebene der Ekliptik in ihrer Lage nicht ge-
vird.
ein es sind auſser jenen beiden Gestirnen noch andere
che die Lage der Ekliptik am Himmel in der That ein
ndern. Die Planeten nämlich bewirken in ihrem Ge-
nfluſs auf die Erdbahn (ohne weitere Berücksichtigung
lattung der Erde, die hier ganz wegfällt) eine Aen-
der Ekliptik (oder der Erdbahn), indem sie dieselbe
dem Aequator nähern und auch zugleich die Aequi-
ncte etwas weniges *vorwärts* oder gen Osten bewe-
ne Näherung beträgt jetzt nahe 48″ und dieses Vor-
n nahe 16″ in einem Jahrhundert. Allein mit der
r Jahrhunderte, wenn nämlich die ebenfalls bewegli-
anetenbahnen eine ganz andere Lage am Himmel wer-
genommen haben, wird, durch die Einwirkung der
, die Schiefe der Ekliptik wieder zunehmen und
tzt vorwärtsgehende, von den Planeten herrührende
ng der Aequinoctien, wie bei der Präcession, auch

wieder rückwärts oder gegen Westen gerichtet seyn[1]. Di
ist die sogenannte *säculare Aenderung der Ekliptik*, di
der Präcession der Aequinoctien nichts gemein hat, da
die Präcession, in einer Bewegung des Aequators besteh
von der Wirkung der Sonne und des Monds in Verbi
mit der Abplattung der Erde kommt, während jene in
Bewegung der Ekliptik besteht, die bloſs aus der Einwirk
der Planeten auf die Erdbahn entspringt. Da aber, wen
mal die Lage der Ekliptik durch die fortgesetzte Einwirk
der Planeten eine ganz andere als die jetzige seyn wird,
Wirkung der Sonne und des Monds selbst auch geänder
den muſs, so wird dadurch auch eine eigene, sehr ge
Bewegung des Aequators entstehn, wodurch ebenfalls
obschon nur sehr kleine, Veränderung der Schiefe erzeugt
die aber von der so eben betrachteten säcularen Aend
der Ekliptik sehr verschieden ist. Immerhin sieht man,
der Aequator, welcher vermöge der Präcession auf der
den Ekliptik rückwärts geht, auch noch auf der du
Planeten bewegten Ekliptik rückwärts gehn werde, und
letztere Rückwärtsgehn wird in der Astronomie die *allge*
Präcession genannt, die wir durch $\psi_{,}$ bezeichnen wollen.

Die Theorie hat uns alle diese Bewegungen mit g
Genauigkeit kennen gelehrt. Wir geben sie hier, wie s
LAPLACE's Méc. céleste verbunden mit den Correctionen
SEL's folgen. Nimmt man die Lage der wahren Ekliptik,
sie im Anfange des Jahres 1750 statt hatte, als eine
Ebene an, auf die wir alle anderen beziehn, und nennt
t die Anzahl Jahre, die seit dieser Epoche von 1750 ve
sen sind, so hat man für das Rückwärtsgehn der Aequino
puncte auf dieser festen Ekliptik oder für die *Lunisolar*
cession

$$\psi = 50'',3757\, t - 0'',00012179\, t^2$$

und für das Rückwärtsgehn der Aequinoctien auf der be
lichen Ekliptik oder für die *allgemeine Präcession*

$$\psi_{,} = 50'',2113\, t + 0'',00012215\, t^2.$$

Weiter ist die Schiefe der Ekliptik für jene Epoche von
gleich 23° 28′ 18″,0, und nach t Jahren von dieser Zeit

1 Vergl. *Perturbationen*. Bd. VII. S. 451.

die Schiefe e in Beziehung auf die feste Ekliptik durch Gleichung

$$e = 23^0\,28'\,18'',0 + 0'',00000984\,t^2,$$

ie in Beziehung auf die bewegliche Ekliptik durch die hung

$$e_{,} = 23^0 28' 18'',0 - 0'',48368\,t - 0'',00000272\,t^2$$

en. Differentiirt man die zwei ersten Gleichungen, so t man für die *jährliche Lunisolarpräcession*

$$\frac{\partial\psi}{\partial t} = 50'',3757 - 0'',00024359\,t$$

für die *jährliche allgemeine Präcession*

$$\frac{\partial\psi_{,}}{\partial t} = 50'',2113 + 0'',0002443\,t.$$

Zeiten *vor* dieser Epoche wird man t negativ setzen. Da , wenn der Aequator sich rückwärts um die ruhende ptik bewegt, ohne daſs dabei die Schiefe der Ekliptik gert wird, auch der Pol des Aequators sich rückwärts um ruhenden Pol der Ekliptik bewegen muſs, ohne daſs dadie Distanz dieser zwei Pole geändert wird, so kann man, bereits oben bemerkt, die Präcession auch dadurch auscken, daſs man sagt, der Pol des Aequators bewege sich n die Ordnung der Zeichen in der Peripherie eines Kreises, n Mittelpunct der ruhende Pol der Ekliptik ist. Und da, nöge der Einwirkung der Planeten auf die Erdbahn, diese Erdn selbst einer kleinen Veränderung unterworfen ist, die aber m den hundertsten Theil jener Veränderung des Aequators ägt, so wird man, um diese Erscheinung vollständig auszuken, auch den Halbmesser des erwähnten Kreises oder Mittelpunct desselben (den Pol der Ekliptik) etwas wees am Himmel veränderlich annehmen und zugleich die wegung des Aequatorpoles in seiner Peripherie nicht mehr, zuvor, völlig gleichförmig, sondern ebenfalls von Jahrndert zu Jahrhundert etwas weniges veränderlich vorauszen, um dadurch jene Einwirkung der Planeten auf die ge der Ekliptik am Himmel auszudrücken.

D. Reduction der Sterne auf verschi Epochen.

Die neueren Astronomen beobachten alle Fixstern ziehung auf den *Aequator*, weil ihre Instrumente a Einrichtung haben, während die Alten mit ganz and strumenten in Beziehung auf die *Ekliptik* beobachteten. also einer unserer Astronomen den Ort eines oder dieser Fixsterne in Beziehung auf den Aequator, d. h er die Rectascension und Declination dieser Gestirne für eine Zeit auch mit der gröfsten Schärfe bestimmt hat, man damit doch noch nicht die Lage derselben Gesti irgend eine andere Zeit, da sich während der Zwis die Lage des Aequators vermöge der Präcession geänd Da wir aber die Orte der Fixsterne am Himmel als f ihrer Lage nach für jede Zeit genau bekannte Puncte chen, um an sie die Beobachtungen der veränderlich stirne, der Planeten und Kometen, anzureihen, so m eine Methode kennen, durch welche man aus der ge Lage eines Fixsterns in Beziehung auf den Aequator gegebene Zeit die Lage desselben für jede andere Zeit cherheit ableiten kann.

Fig. 289. Sey S'SE die Lage der Ekliptik für irgend ei bene Epoche, für welche wir wieder den Anfang d 1750 annehmen wollen, da sich von dieser Zeit (d achtungen Bradley's auf der k. Sternwarte von Gr unsere neueren, besten Beobachtungen datiren. Wi diese Ekliptik, wie sie für 1750 statt hatte, die *feste* nennen. Für dieselbe Epoche soll der Aequator die haben, so dafs also der Punct S in der Linie S'SE d lingspunct für den Anfang des Jahrs 1750 bezeichnet.

Nach t Jahren, also in dem Jahre 1750 + t, soll die die Lage S''E' und der Aequator die Lage S'DA' angenom ben, so dafs also jetzt S'' den Frühlingspunct anzeigt. Für 1750 + t' endlich soll S''' E'' die Ekliptik, Σ' D A'' den und daher S''' den Frühlingspunct bezeichnen. Nach dieser obachtungen gemäfsen Zeichnung geht also der Durchschn des Aequators auf der *festen Ekliptik* rückwärts von S wodurch daher die Rectascension und Declination alle so wie auch ihre Länge geändert wird, aber nicht ihr

man nämlich, wie oben gesagt, von der durch die Pla- hervorgebrachten Bewegung abstrahirt, so dafs demnach in t Jahren zurückgelegte Bogen auf der festen Ekliptik $= \psi$ die *Lunisolarpräcession* bezeichnet. Wenn man die Sache vollständig betrachtet und daher auch auf diese gung der Ekliptik Rücksicht nimmt, so wird während t Jahre seit 1750 der Frühlingspunct nicht in S′, son- in S″ seyn, so dafs, wenn in der beweglichen Ekliptik der Punct S derselbe ist, der in der festen Ekliptik S′E lls durch S bezeichnet wurde, der Bogen $SS'' = \psi_{,}$ die liche rückgängige Bewegung des Aequators in der Zeit t r beweglichen Ekliptik S″E′ darstellt, wo dann dieser $SS'' = \psi_{,}$ nach dem Vorhergehenden die *allgemeine ssion* genannt wird.

Es ist klar, dafs bei diesen Bewegungen beider Ebenen die Neigung derselben gegen einander geändert werden . Zur Zeit unserer Epoche, im Anfange des Jahrs 1750, diese Neigung oder die Schiefe der Ekliptik ASE = 8′ 18″,0. Nach t Jahren aber seit dieser Epoche wollen wir Schiefe in Beziehung auf die feste Ekliptik durch e und ziehung auf die bewegliche Ekliptik durch $e_{,}$ bezeich- so dafs also $ES'A' = e$ und $E'S'A' = e_{,}$ ist. Für eine e Zeit $1750 + t'$ wird diese Schiefe in Beziehung auf die Ekliptik $E\Sigma' A'' = e'$ und in Beziehung auf die beweg- Ekliptik $E''\Sigma''A'' = e'_{,}$ seyn. Wir haben die numeri- Werthe von ψ und $\psi_{,}$, so wie von e und $e_{,}$ für jede $1750 + t$ bereits oben mitgetheilt.

Es bezeichne M irgend einen Fixstern, und es sey der Bo- MA′ senkrecht auf DA′, so wie MA″ senkrecht auf DA″. n S″ und Σ″ der Frühlingspunct für $1750 + t$ und für $0 + t'$ ist, so hat man für die Rectascension a und für die tanz p des Sterns von dem Pole des Aequators zur Zeit $0 + t$

$$S''A' = a \text{ und } A'M = 90° - p$$

ebenso für die Zeit $1750 + t'$

$$\Sigma''A'' = a' \text{ und } A''M = 90° - p',$$

es wird nun darauf ankommen, die Gröfsen a′ und p′ zu n, wenn a und p gegeben sind. Zu diesem Zwecke wollen zuerst den Bogen $S'S'' = \Theta$ suchen. In dem sphärischen

Dreiecke S'NS'' kennt man NS'S'' = e und NS''S' = 180
ferner die Differenz der Seiten NS' — NS'' = ψ — ψ,
hat aber in jedem Dreiecke, dessen Winkel A, B, C
gegenüberstehenden Seiten α, β, γ sind, die Gleichun

$$\text{Tang.}\tfrac{1}{2}\gamma = \frac{\text{Tang.}\tfrac{1}{2}(\alpha-\beta)\,\text{Sin.}\tfrac{1}{2}(A+B)}{\text{Sin.}\tfrac{1}{2}(A-B)},$$

also ist auch

$$\text{Tang.}\tfrac{1}{2}\,\Theta = \frac{\text{Tang.}\tfrac{1}{2}(\psi-\psi_{,})\,\text{Cos.}\tfrac{1}{2}(e_{,}-e)}{\text{Cos.}\tfrac{1}{2}(e_{,}+e)}.$$

Nach dem Vorhergehenden ist aber

$$\tfrac{1}{2}(\psi-\psi_{,}) = 0{,}0822\,t - 0{,}000122\,t^2,$$
$$\tfrac{1}{2}(e_{,}-e) = -0{,}2418\,t - 0{,}00000628\,t^2,$$
$$\tfrac{1}{2}(e_{,}+e) = 23^0\,28'\,18'',0 - 0{,}2418\,t + 0{,}0000035$$

Also ist auch, wenn man die höheren Potenzen vo
läfst,

$$\Theta = (\psi-\psi_{,})\,\frac{\text{Cos.}\tfrac{1}{2}(e_{,}-e)}{\text{Cos.}\tfrac{1}{2}(e_{,}+e)} = \frac{(\psi-\psi_{,})}{\text{Cos.}\,e}$$

oder

$$\Theta = 0'',179\,t - 0'',00027\,t^2.$$

Lassen wir von dem Stern M einen Bogen ML auf d
Ekliptik SNE herab, so ist, da S der Frühlingspunct
Epoche 1750 ist, SL = λ die *Länge* und LM = 90°
Breite des Sterns M für dieselbe Epoche. Suchen w
Gröfsen λ und π aus den gegebenen Gröfsen a und p
stimmen.

Da SS' = ψ, S'S'' = Θ, also auch S'L = λ +
S'A' = a + Θ ist, so hat man (nach den im Art.
gung Bd. I. S. 525 gegebenen Formeln)

$$\text{Sin.}\,\pi\,\text{Cos.}(\lambda+\psi) = \text{Sin.}\,p\,\text{Cos.}(a+\Theta)$$
$$\text{Sin.}\,\pi\,\text{Sin.}(\lambda+\psi) = \text{Sin.}\,p\,\text{Sin.}(a+\Theta)\,\text{Cos.}\,e + \text{Cos.}\,p\,\text{Sin.}$$
$$\text{Cos.}\,\pi = -\text{Sin.}\,p\,\text{Sin.}(a+\Theta)\,\text{Sin.}\,e + \text{Cos.}\,p\,\text{Cos.}$$

und diese Ausdrücke geben die gesuchten Gröfsen
aus den gegebenen a und p. Wenn man aber auf die
SL = λ und LM = 90° — π kennen gelernt hat, so fi
daraus auch die Rectascension Σ''A'' = a' und die D
A''M = 90° — p' für die Zeit 1750 + t', wenn man
dafs SΣ' = ψ' und Σ'Σ'' = Θ' ist, wo man hat

$$\Theta' = 0{,}179\,t' - 0{,}00027\,t'^2$$

$$\psi' = 50{,}3757\,t' - 0{,}0001218\,t'^2$$

l ebenso

$$e' = 23^0\,28'\,18'',0 + 0{,}000009842\,t'^2.$$

wird nämlich dazu dieselben bekannten Formeln der sphä-ischen Trigonometrie anwenden, durch welche man die Lage des Sterns gegen den Aequator aus seiner bekannten Lage gegen die Ekliptik findet, so daſs man hat

$$\left.\begin{aligned}
\text{Sin.}\,p'\,\text{Cos.}\,(a'+\Theta') &= \text{Sin.}\,\pi\,\text{Cos.}\,(\lambda+\psi') \\
\text{Sin.}\,p'\,\text{Sin.}\,(a'+\Theta') &= \text{Sin.}\,\pi\,\text{Sin.}\,(\lambda+\psi')\,\text{Cos.}\,e' \\
&\quad - \text{Cos.}\,\pi\,\text{Sin.}\,e' \\
\text{Cos.}\,p' &= \text{Sin.}\,\pi\,\text{Sin.}\,(\lambda+\psi')\,\text{Sin.}\,e' \\
&\quad + \text{Cos.}\,\pi\,\text{Cos.}\,e'
\end{aligned}\right\}\ldots(B)$$

diese Gleichungen (B) verbunden mit den vorhergehen- (A) geben die Auflösung des vorgelegten Problems. Man nte aus diesen sechs Gleichungen auch die Gröſsen λ und iminiren, wodurch man die Auflösung unseres Problems zwei Gleichungen reducirt, die unmittelbar die gesuchten sen a' und p' aus den bekannten a und p geben.

Für einen Zwischenraum $t'-t$ von wenig Jahren ist der erschied $a'-a=\partial a$ und $p'-p=\partial p$ im Allgemeinen nur n, daher man für diese Fälle bequemer auf folgende Art fahren kann.

Da λ und π constant sind, so giebt die dritte der Gleichun- (B) durch Differentiation

$$\partial p\,\text{Sin.}\,p = -\partial\psi\,\text{Cos.}\,(\lambda+\psi)\,\text{Sin.}\,\pi\,\text{Sin.}\,e$$

er

$$\partial p = -\partial\psi\,\text{Cos.}\,a\,\text{Sin.}\,e.$$

enso geben die zwei ersten der Gleichungen (B)

$$\text{Tang.}\,(a+\Theta) = \frac{\text{Sin.}\,\pi\,\text{Sin.}\,(\lambda+\psi)\,\text{Cos.}\,e - \text{Cos.}\,\pi\,\text{Sin.}\,e}{\text{Sin.}\,\pi\,\text{Cos.}\,(\lambda+\psi)},$$

o auch, wenn man in Beziehung auf $(a+\Theta)$ und ψ diffe-tiirt,

$$\frac{\partial a+\partial\Theta}{\text{Cos.}^2(a+\Theta)} = \partial\psi.\,[\text{Cos.}\,e + \text{Tang.}\,(a+\Theta).\,\text{Tang.}\,(\lambda+\psi)],$$

er da nach den Gleichungen (A)

$$\text{Tang.}(\lambda+\psi)=\text{Tang. a Cos. e}+\frac{\text{Cotg. p Sin. e}}{\text{Cos. a}}$$

ist, auch

$$\frac{\partial a+\partial\Theta}{\text{Cos.}^2(a+\Theta)}=\partial\psi\left[\text{Cos. e}+\text{Tang.}^2\text{a Cos. e}+\frac{\text{Sin. a Cotg. p}}{\text{Cos.}^2\text{a}}\right.$$

Setzt man daher der Kürze wegen

$$m=-\frac{\partial\Theta}{\partial t}+\frac{\partial\psi}{\partial t}\text{ Cos. e}$$

und

$$n=\frac{\partial\psi}{\partial t}.\text{Sin. e,}$$

so hat man für die jährliche Präcession in Rectascensi Poldistanz

$$\left.\begin{aligned}\frac{\partial a}{\partial t}&=m+n\text{ Sin. a Cotg. p}\\ \frac{\partial p}{\partial t}&=-n.\text{Cos. a}\end{aligned}\right\}\cdots\text{ (C)}$$

Diese Gröfsen m und n aber findet man bequemer, w den oben gegebenen Werth von

$$\frac{\partial\psi}{\partial t}=50'',3757-0,00024359\,t$$

und

$$\frac{\partial\Theta}{\partial t}=0,179-0,00054\,t$$

zu Hülfe nimmt und $e=23°\ 28'\ 18''$ für unsere Z nämlich

$$m=46,0282+0,000309\,t,$$
$$n=20,0644-0,000097\,t,$$

wo immer t die Anzahl Jahre seit 1750 bezeichnet für Jahre *vor* dieser Epoche t negativ genommen wi

Es giebt aber noch eine andere Auflösung die Astronomie sehr wichtigen Aufgabe, die BOHNENBERG getheilt hat und die wir hier noch in Kürze anführe Statt nämlich, wie oben geschehn ist, das sphärisch S′NS″ als Verbindungsmittel der Frühlingspuncte zu

---

1 S. Lindenau's Zeitschrift für Astronomie.



kann man zu demselben Zwecke noch vortheilhafter das ... $DS'\Sigma'$ wählen in welchem man hat $\Sigma' S' D = 180^\circ - e$, ... $= e$ und $S'\Sigma' = \psi' - \psi$. Daraus findet man die drei ... Stücke dieses Dreiecks durch die bekannten Aus... der sphärischen Trigonometrie, wo $S'D = 90^\circ - z$, ... $= 90^\circ + z'$ und $S'D\Sigma' = \omega$ gesetzt worden ist:

$$\left.\begin{aligned} \ldots\tfrac{1}{2}(z'+z) &= \frac{\text{Cos.}\tfrac{1}{2}(e'+e)}{\text{Cos.}\tfrac{1}{2}(e'-e)}\,\text{Tang.}\tfrac{1}{2}(\psi'-\psi) \\ \ldots\tfrac{1}{2}(z'-z) &= \frac{\text{Sin.}\tfrac{1}{2}(e'-e)}{\text{Sin.}\tfrac{1}{2}(e'+e)}\,\text{Cotg.}\tfrac{1}{2}(\psi'-\psi) \\ \ldots\text{ng.}\tfrac{1}{2}\,\omega &= \frac{\text{Sin.}\tfrac{1}{2}(z'+z)}{\text{Cos.}\tfrac{1}{2}(z'-z)}\,\text{Tang.}\tfrac{1}{2}(e'+e) \end{aligned}\right\} \;..\;(D)$$

... man aber z, z' und ω, so findet man die unbekannten ... a' und p' sehr leicht auf folgende Art.

Für 1750 + t ist die Rectascension des Sterns M gleich ... $= a$, also auch $DA' = S''A' - S''D$ oder $DA' = \ldots - (S'D - S'S'') = a - (90^\circ - z - \Theta)$ und die Decli... desselben ist $A'M = 90^\circ - p$. Fig. 290.

Für 1750 + t' aber ist die Rectascension $\Sigma' A'' = a'$, also ... $DA'' = \Sigma''' A'' - \Sigma''' D = \Sigma''' A'' - (\Sigma' D - \Sigma' \Sigma''')$ ... $DA'' = a' - (90^\circ + z' - \Theta')$ und die Declination ... $= 90^\circ - p'$.

Verwandelt man daher in den bekannten Gleichungen, ... welche man Länge und Breite aus Rectascension und ...ation sucht[1],

die Länge in $a' - (90^\circ + z' - \Theta')$

... die Rectascension in $a - (90^\circ - z - \Theta)$

...setzt man die Schiefe gleich ω, so erhält man sofort die ...drücke

$$\left.\begin{aligned} \text{Tang.}\,x &= \text{Tang.}\,p\,\text{Cos.}(a+\Theta+z) \\ \ldots(a'+\Theta'-z') &= \frac{\text{Sin.}\,x\,\text{Tang.}(a+\Theta+z)}{\text{Sin.}(x-\omega)} \\ \text{Cos.}\,p' &= \frac{\text{Cos.}\,p\,\text{Cos.}(x-\omega)}{\text{Cos.}\,x} \end{aligned}\right\} \;..\;(E)$$

1 S. Art. *Aufsteigung*. Bd. I. S. 525.

wo man zur Prüfung der Rechnung noch die Gleichung ha

$$\text{Sin.}\,p'\,\text{Sin.}\,(a' + \Theta' - z') = \text{Sin.}\,p\,\text{Sin.}\,(a + \Theta + z).$$

Mit Hülfe dieser beiden Systeme (D) und (E) wird man da ebenfalls die Gröfsen a' und p' für die Zeit 1750 + t' fin können, wenn die Gröfsen a und p für die Zeit 1750 + bekannt sind, und wenn man, wie bei der Verfertigung ein Sternkatalogs, eine grofse Anzahl von Fixsternen auf die Weise zu reduciren hat, so wird man diese zweite Metho vorzugsweise anwenden, da in ihr die ersten Gleichungen (I nur ein *einziges Mal* für *alle* Sterne berechnet werden dü fen, statt dafs man im Gegentheile bei der ersten Auflösu unseres Problems beide Systeme (A) und (B) für jeden ei zelnen Stern besonders berechnen mufs. Bemerken wir no dafs die Gröfsen $\psi' - \psi$, $e' - e$ und $z' - z$ im Allgemei nur sehr klein sind, daher man statt der Gleichungen (D) na folgende einfachere substituiren kann:

$$z' + z = (\psi' - \psi)\,\frac{\text{Cos.}\,\frac{1}{2}\,(e' + e)}{\text{Cos.}\,\frac{1}{2}\,(e' - e)} = (\psi' - \psi)\,\text{Cos.}$$

$$z' - z = \frac{2\,(e' - e)}{(\psi' - \psi)\,\text{Sin.}\,e\,\text{Sin.}\,1''},$$

$$\text{Tang.}\,\tfrac{1}{2}\,\omega = \frac{\text{Sin.}\,\frac{1}{2}\,(z' + z)}{\text{Cos.}\,\frac{1}{2}\,(z' - z)}\,\text{Tang.}\,e = (\psi' - \psi)\,\text{Sin.}\,e$$

Als Anleitung zum Gebrauch der vorhergehenden Ausdrü wollen wir für einen dem Pol sehr nahen Stern annehm dafs für das Jahr 1800 seine Rectascension $a = 50°\,0'\,0''$ seine Declination $= 90° - p = 89°\,30'\,0''$ betrage. Man che seine Rectascension a' und seine Declination $90° - p'$ den Anfang des Jahrs 1840.

Da sonach für diese zwei Zeiten $t = 50$ und $t' = 90$ so findet man aus den vorhergehenden Gleichungen

$$\psi = 2518'',480514,$$
$$\psi' = 4532,826465,$$
$$e = 23°\,28'\,18'',0246,$$
$$e' = 23\;\;28\;\;18,0790,$$

so dafs man daher hat

$$\tfrac{1}{2}(\psi'-\psi) = 0^\circ\ 16'\ 47'',17,$$
$$\tfrac{1}{2}(e'+e) = 23^\circ\ 28'\ 18'',057,$$
$$\tfrac{1}{2}(e'-e) = 0^\circ\ 0'\ 0'',027,$$
$$\Theta = 8'',275 \text{ und } \Theta' = 13'',923,$$

nit diesen Werthen geben die Gleichungen (D)

$$z'+z = 1847'',672 \text{ oder } z' = 937'',997,$$
$$z'-z = 28'',322 \qquad z = 909'',675,$$
$$\omega = 0^\circ\ 13'\ 22'',316$$

hiermit endlich die Gleichungen (E)

$$x = 0^\circ\ 19'\ 10'',88,$$
$$a'+\Theta'-z' = 75^\circ\ 51'\ 51'',37,$$
$$p' = 0^\circ\ 23'\ 50'',$$

ſs man daher als Endresultat für das Jahr 1840 erhält:

Rectascension . . . $a' = 76^\circ\ 7'\ 15'',44$,
Declination . . $90^\circ - p' = 89^\circ\ 36'\ 10''$.

iesen 40 Jahren ist demnach die Rectascension des Sterns $16^\circ\ 7'\ 15'',44$ und die Declination um $0^\circ\ 6'\ 10''$ gröſser rden.

Hätte man dasselbe Beispiel durch die abgekürzten For- (C) berechnen wollen, was nicht angeht, da der Stern Pole zu nahe steht und daher die Wirkung der Präces- bei ihm sehr groſs ist, so hätte man gefunden

$$t = 90, \quad m = 46'',0560, \quad n = 20'',0557,$$

auch jährliche Präcession in Rectascension

$$\frac{\partial a}{\partial t} = 1806'',546$$

in Poldistanz

$$\frac{\partial p}{\partial t} = -12'',8915.$$

mt man diese beiden Zahlen vierzig Mal, so erhält man:

$$40\frac{\partial a}{\partial t} = 20^\circ 4' 21'',84;\ 40\frac{\partial p}{\partial t} = -0^\circ\ 8'\ 35'',7$$

$$\begin{array}{ll} a = 50^\circ & p = 0\ 30\ 0,0 \\ \hline a' = 70^\circ\ 4'\ 21'',84, & p' = 0^\circ\ 21'\ 24'',3, \end{array}$$

die Poldistanz um $0^\circ\ 2'\ 26''$ und die Rectascension sogar um $7'\ 30''$ zu klein. Für solche Sterne aber, die nicht zu nahe

bei den Polen sind, werden die abgekürzten Formeln (C) einen Zeitraum von funfzig Jahren immer hinlänglich g seyn. Uebrigens mufs bemerkt werden, dafs auch die für ψ, $\psi_{,}$ und für e, $e_{,}$ gegebenen Ausdrücke ebenfall abgekürzt sind und etwa für Intervalle von zweihundert ren gebraucht werden können. LAPLACE[1] hat genauere meln mitgetheilt, von welchen wir hier nur die für $\psi_{,}$ $e_{,}$ anführen. Er findet nämlich

$$\varphi_{,} = 50'',21129\,t - 4627'',46\ \mathrm{Sin.}\,(13'',94645\,t) + 20154'',03\,\mathrm{Sin.}^2\,(16'',05788\,t),$$

$$e_{,} = 23^\circ 28' 18'',0 - 3347'',05\ \mathrm{Sin.}\,(32'',11575\,t) - 2382'',44\ \mathrm{Sin.}^2\,(6'',973225\,t),$$

und diese Ausdrücke sollen auf tausend bis zwölfhundert J gelten[2].

E. Allgemeine Betrachtungen über den G der Nachtgleichen und die Schiefe Ekliptik.

Von diesen Werthen der Gröfsen ψ oder $\psi_{,}$ ist der Theil, der blofs von der Wirkung der Sonne und des M auf die abgeplattete Erde abhängt, durch alle Zeiten con und gleichförmig, daher auch dieser Theil die Form a.t h worin a eine constante Gröfse und t die Anzahl Jahre s einer bestimmten Epoche bedeutet. Aber der andere, all dings sehr kleine Theil von ψ, der von der Wirkung d Planeten auf die Erdbahn abhängt, so wie auch die tota Aenderung der Schiefe oder die ganzen Werthe von e und e die allein von dieser Wirkung der Planeten abhängen, si mit der Zeit veränderlich. Wie nämlich die Lage d sämmtlichen Planetenbahnen gegen die Erde eine andere wi als sie jetzt ist, so werden auch jene Theile von ψ und so wie die ganzen Werthe von e und $e_{,}$, ebenfalls and werden, und wenn einmal in der Folge der Jahrtausende die La

1 Mécan. céleste. T. III. p. 158.

2 M. s. LAPLACE's erstes Mémoire über diesen Gegenstand Mém. de l'Acad. de Paris 1788 und die letzte grofse Arbeit über denselben von POISSON sur le mouvement de la terre autour de centre de gravité, in den Mém. de l'Acad. des Sciences. Vol. VII.

er Planetenbahnen wieder die heutige seyn wird, so werden n die Werthe von ψ und e wieder dieselben seyn, die sie z sind. Während also jener von der Sonne und dem Monde mende Theil at der Störung der Rotation unserer Erde der That mit der Zeit ohne Ende progressiv fortgeht, sind e andern Theile nur als periodisch wiederkehrende Gröſsen betrachten, obschon die Zeiträume, welche diese Perioden en, viele Jahrtausende umfassen. Jetzt sind die Bahnen r Planeten auf eine solche Art im Weltraume vertheilt, Knoten haben jetzt eine solche Lage und ihre Neigun- eine solche Gröſse unter einander, daſs die Gesammtwir- ng dieser Planeten auf die Erdbahn (nicht auf die Erde st) eine vorwärtsgehende Bewegung der Aequinoctien von lich $\frac{\psi - \psi_{\prime}}{t} = 0'',165$ beträgt, während dieselben Aequi- tien, durch die constante Einwirkung der Sonne und des ds auf die abgeplattete Erde, jährlich um $\frac{\psi}{t} = 50'',3757$ kwärts gehn. Die Schiefe der Ekliptik aber, die durch Einwirkung der Sonne und des Monds auf die Erde gar t geändert wird, leidet durch die Störung der Planeten nsern Tagen eine jährliche Verminderung von $0'',48368$. in die Lage der Planetenbahnen wird sich in der Folge Zeiten so ändern, daſs das gegenwärtige, durch die Wir- g der Planeten verursachte Vorwärtsgehn von jährlich $0'',165$ nfalls in ein Rückwärtsgehn und daſs die gegenwär- Abnahme der Schiefe der Ekliptik in eine Zunahme der- n übergeht. Genauere Rechnungen zeigen, daſs seit Hip- ch's Zeiten, also seit zweitausend Jahren, die Nachtglei- n durch die Wirkung der Planeten immer vorwärts gehn, auch immer langsamer vorwärts gehn, und daſs sie in 400 Jahren (also um das J. 2200 nach Chr. G.) wieder ngen werden rückwärts zu gehn. Seit Hipparch ist also constante und immer rückwärtsgehende *Lunisolarpräces-* $\psi = 50'',3757\,t$ durch die Wirkung der Planeten ver- ert worden, oder $\psi_{\prime}$ ist kleiner als ψ, aber von dem Jahre 0 an wird umgekehrt die Gröſse $\psi_{\prime}$ gröſser als ψ seyn. nso ist, der mathematischen Theorie zu Folge, die Schiefe Ekliptik um das Jahr 30000 vor Chr. G. am gröſsten und h 27° 31′ gewesen. Seit jener unvordenklichen Zeit hat

halbe kleine Axe der Ellipse, deren Umdrehung um die
Axe das Erdsphäroid giebt, so hat man (wenn man i
Artikel *Moment* S. 2332 die Gröfse a = b und c = b
für diese Momente der Trägheit des Sphäroids in Bez
auf die Axe der

$$x \ldots A = \frac{4\pi a^2 b}{15}(a^2 + b^2),$$

$$y \ldots B = \frac{4\pi a^2 b}{15}(a^2 + b^2),$$

$$z \ldots C = \frac{8\pi a^4 b}{15},$$

wo z die Rotationsaxe des Sphäroids bezeichnet. Nim
aber die Abplattung der Erde, den neuesten Bestim
zufolge, gleich

$$\frac{a-b}{b} = \frac{1}{304},$$

und setzt man a = 1, so ist $b = \frac{304}{305} = 0{,}9967$, d
auch diese Momente der Trägheit für das Erdsphäroid

$$A = B = 1{,}66448,$$
$$C = 1{,}66999,$$

und da die Differenz C — A oder C — B nur 0,0055
sehr klein ist, so kann auch die unter I angeführte Ver
der Pole auf der Oberfläche der Erde nur sehr gerin
während die Periode dieser Schwankungen, wenn sie
haben, offenbar nahe dem Jahre unserer Erde gleic
mufs. Allein unsere neuesten und besten astronomisch
obachtungen haben in der Distanz des Weltpols vom
der einzelnen Beobachter auch nicht die geringste Ve
rung in den verschiedenen Jahreszeiten gezeigt, so dafs
diese Aenderungen, wenn sie überhaupt existiren, s
ganz unmerklich seyn müssen. Es bleibt daher, als W
der Präcession, nur die in II erwähnte Verrückung der
tionsaxe der Erde übrig, nach welcher nämlich dies
zwar immer durch dieselben Puncte der Oberfläche de
geht, während ihre Verlängerung dem Himmel zu beide
ten mit der Zeit an verschiedenen Orten begegnet, s
demnach diese für die Erde selbst unveränderliche Rotati

Erde zugleich von einem Fixsterne zum andern fort-
dem sie nämlich um den festen Pol der Ekliptik am
sehr nahe die Peripherie eines Kreises beschreibt. Die
ung der Sonne und des Monds auf die abgeplattete
ngt also in der *absoluten Lage* der irdischen Rota-
(wenn man diese Lage auf fixe Puncte des Himmels
diejenige Veränderung hervor, die wir oben mit
ennung der Präcession bezeichnet haben, aber die
er beiden erwähnten Gestirne sind unvermögend, diese
m *Innern der Erde selbst*, zu verrücken, so wie sie
Geschwindigkeit der Erde in ihrer Drehung um diese
ht zu ändern im Stande sind. Diese Erde dreht sich
nmer um eine und dieselbe Axe, die zugleich die Axe
häroidischen Figur ist, und die Rotation derselben um
xe ist constant, obschon diese Axe selbst im Welt-
hre Lage mit der Zeit immer ändert. Man kann sich
otation durch eine an zwei entgegengesetzten Puncten
berfläche abgeplattete Orange vorstellen, wenn man
iese beiden Puncte einen Stift steckt und die Orange
en Stift gleichförmig dreht, während man zugleich dem
ammt der mit ihm unveränderlich verbundenen Orange)
d nach verschiedene Neigungen im Raume giebt.

F. Veränderlichkeit des Jahres.

die Rotation der Erde um ihre Axe, wie wir im vor-
nden Abschnitte gesehn haben, vollkommen gleichför-
, so ist auch die Rotationszeit der Erde oder der *Stern-*
t alle Zeiten von derselben unveränderlichen Dauer,
lle unsere Beobachtungen übereinstimmen. Nicht so
ber mit der Dauer des Jahres. Das *siderische Jahr*
e ist ebenfalls unveränderlich, wie die grofse Axe der
, mit welcher das Jahr durch das bekannte dritte Ge-
PLER's verbunden ist. Das siderische Jahr ist nämlich
zwischen zwei nächsten Durchgängen der Erde, von
ne gesehn, durch denselben fixen Punct des Himmels.
pische Jahr der Erde aber oder die Zeit zwischen zwei
Durchgängen der Erde durch die Puncte der Nacht-

. Art. *Sternzeit*, Bd. VIII. S. 1031.

gleichen ist offenbar veränderlich, weil nach dem Vor[...]
henden die Nachtgleichen selbst veränderlich sind. D[...]
dieses tropische Jahr es ist, von dem unsere Jahreszeit[...]
hängen, und dessen wir uns in unsern Kalendern, in[...]
bürgerlichen Geschäften und selbst in unsern astronom[...]
Rechnungen bedienen, so ist es nothwendig, die Varia[...]
desselben näher kennen zu lernen.

Dieses *tropische Jahr* ist nämlich kürzer, als das[...] oder siderische Jahr, und zwar um die Zeit, welche di[...] gebraucht, mit ihrer mittleren Bewegung den Bogen ψ[...]rückzulegen, welcher der Präcession in einem Jahre glei[...] weil der Frühlingspunct durch die Präcession rückwärt[...] und daher der vorwärts gehenden Erde eher begegnet[...] wenn er seinen Ort am Himmel unverändert beibehalten[...] Allein dieser Bogen $\psi_{,}$ besteht, wie wir gesehn haben[...] zwei Theilen, von welchen der eine, die *Lunisolarp[...]sion* $\psi = 50'',3757$, constant und der andere $= -$[...] von den Planeten abhängig und variabel ist, so dafs die[...]me beider $50'',3757 - 0'',1644 = 50'',2113$ gleich ψ[...] gleich der sogenannten *allgemeinen Präcession* wird. [...] dieser zweite Theil, der jetzt gleich $- 0'',1644$ ist, [...] Folge der Zeiten noch gröfser werden und dabei immer[...]tiv bleiben sollte, so wird das tropische Jahr der Erde[...] immer kürzer werden, und umgekehrt. Wir wollen da[...] tropische Jahr, welches von diesem Einflusse der Pl[...] ganz frei oder für welches dieser zweite Theil gleich N[...] das *miltlere tropische Jahr* nennen. Um die Länge des[...] zu finden, wird man also von dem gegenwärtig statt [...] den tropischen Jahre, das nach den neuesten Bestimm[...] 365 Tage 5 Stunden 48 Min. 50,832 Secunden in m[...] Sonnenzeit beträgt, die Zeit abziehn, während welch[...] Sonne in ihrer mittleren Bewegung den Bogen $0'',16$[...] rücklegt. Da die Sonne in einem mittleren Tage o[...] 86400 Secunden mit ihrer mittleren Bewegung den [...] $0^{\circ}\ 59'\ 8'',33 = 3548'',33$ zurücklegt, so wird sie durc[...] Bogen von $0'',1644$ in der Zeit

$$(0'',1644)\,\frac{86400}{3548,33},$$

das heifst, sehr nahe in 4 Zeitsecunden gehn, oder mit [...] Worten, das gegenwärtige tropische Jahr ist um 4 Sec. gr[...]

as mittlere, so daſs daher die gesuchte Länge des mitt-Jahres gleich

365 Tage 5 Stund. 48 Min. 46″,832

Die mathematische Analyse zeigt, daſs das Jahr am gröſs-nämlich um 38″ gröſser, als dieses mittlere, gewesen ist ahre 3040 vor Chr. G. und daſs es seit dieser Zeit immer ommen hat und auch noch ferner abnehmen wird, bis Jahre 7600 nach Christus, wo es gleich 365 T. 5 St. . 8,832 Sec., also 38″ kleiner als das mittlere seyn wird, welcher Zeit an es dann allmälig wieder an Länge zu-en wird. Zur bequemen Uebersicht stellen wir hier die hiedenen Längen des tropischen Jahres in einer kleinen elle zusammen.

ahre	war (wird seyn) die Länge des tropischen Jahres				
0 vor Chr. G. ..	365 T.	5 St.	49 M.	24,83 Sec.	Maximum
0 nach Chr. ..	365	5	48	50,83	gegenwärtig
0 nach Chr. ..	365	5	48	46,83	mittlerer Werth
0 nach Chr. ..	365	5	48	8,83	Minimum

ach ist das tropische Jahr seit Hipparch (der 140 Jahre hr. G. lebte) bis auf unsere Zeiten um 14 Secunden kür-worden.

Uebrigens bedarf es wohl kaum der Erinnerung, daſs die orhergehenden angegebenen Epochen für die verschiedene des Jahrs, so wie für die Zu- und Abnahme der e der Ekliptik nicht auf die Genauigkeit von einzelnen , kaum auf die von einem Jahrhundert Anspruch ma-önnen. Die Rechnungen, welche diesen Resultaten zu liegen, beziehn sich wesentlich auf die Gröſse der n der störenden Planeten, und diese sind uns keines-noch so genau bekannt, daſs wir mit ihnen mit Sicher-or- und rückwärts auf Ereignisse schlieſsen dürfen, die re Jahrtausende von uns entfernt sind. Wenn aber un-späten Nachkommen diese Massen einmal genau werden n gelernt haben, so werden sie mit denselben Rechnun-deren wir uns jetzt bedienen, jene so weit von uns ent-Veränderungen unsers Planetensystems mit groſser Si-bestimmen.

G. Aeufsere Störungen der Rotation der Erde.

Alle vorhergehende Untersuchungen setzen übrigen Erde als eine durchaus feste Masse voraus. Man könnte her noch zweifeln, ob nicht die Meere, welche einen so g fsen Theil der Oberfläche der Erde bedecken und die diefs durch die Ebbe und Fluth so grofsen Schwankungen terworfen sind, einen störenden Einflufs auf die Rotation Erde ausüben mögen. Allein Laplace hat in seiner lichen Méc. céleste gezeigt, dafs die Erscheinungen der Präc für die mit dem Ocean, dessen Tiefe gegen den Halbmesser Erde so ungemein klein ist, bedeckte Erde ganz dieselben würden, als wenn das Meer mit der übrigen Erde eine einzige Masse bildete, und dafs ebenso wenig die Passatwinde, we zwischen den beiden Wendekreisen beständig von Ost nach wehn, die Rotation der Erde auf irgend eine uns merkliche zu stören im Stande sind. Auch die Erdbeben, Volcane e scheinen nach Laplace's Untersuchungen keinen bem ren Einflufs auf die Rotation der Erde hervorbringen z nen. Um eine solche Wirkung zu erzeugen, müfsten beträchtliche Massen ihren Ort auf der Oberfläche der verlassen, um eine andere Stelle einzunehmen, wie z. B. ganze grofse Gebirgszüge von einem Orte zum a übertragen würden; allein von solchen gewaltsamen Verset gen können wir kein Beispiel, nicht einmal die Möglich nachweisen. Blofs die seit dem Ursprunge der Erde Zweifel stark verminderte Temperatur ihres Innern könnte Länge des ehemaligen Tags sehr verkürzt haben, allein bereits oben (Art. *Tag*) gesagt worden, dafs diese Abkühl in unserer Zeit, wenn sie überhaupt noch statt hat, gewifs mein langsam vor sich geht und dafs die Temperatur auf Oberfläche der Erde seit Jahrtausenden schon als constant unveränderlich angenommen werden kann.

H. Nutation oder Wanken der Erdaxe

Nach dem Vorhergehenden ist die Lunisolarpräcession Folge der Anziehung der Sonne und des Monds auf die geplattete Erde. Wenn die Sonne sich nicht in der Eb

Ekliptik, sondern wenn sie sich in der des irdischen Ae-
tors bewegte, so würde die Präcession nicht statt haben,
n nur der Umstand, dafs die Sonne ein halbes Jahr über
ebenso lange unter der Massenanhäufung, die einem Ringe
einem Wulste gleich den Erdäquator bildet, sich befin-
macht, wie wir gesehn haben, den Durchschnitt dieser
n Ebenen, des Aequators und der Ekliptik, auf der letz-
Ebene rückwärts gehn. Es ist offenbar, dafs für eine an-
Schiefe, als die gegenwärtige ist, die Präcession auch
andere seyn würde.

Dasselbe gilt nun auch von dem Monde. Wenn sich die-
Trabant gleich der Sonne in der Ebene der Ekliptik be-
te, so würde sein Antheil an der Präcession ebenfalls ein
tanter seyn, wie dieses bei der Sonne der Fall ist. Allein
Mondbahn ist bekanntlich gegen die Ekliptik um den
kel von 5° 9′ geneigt und die Knoten seiner Bahn auf
Ekliptik gehn rückwärts, und zwar so schnell, dafs sie in
18 Jahren die ganze Peripherie ihres Kreislaufes vollen-
Dadurch kommt es denn, dafs die Mondbahn gegen die
n den Himmel verlängerte Ebene des irdischen Aequa-
bald 5° 9′ mehr, bald ebenso viel weniger, als die Eklip-
selbst, geneigt ist, oder mit andern Worten: die Neigung
Mondbahn gegen den irdischen Aequator ist veränderlich.
mittlere Neigung beträgt, wie die der Ekliptik, 23° 28′,
gröfste aber ist gleich 28° 37′ und ihre kleinste 18° 19′, und
Periode dieser Veränderung ist gleich 18 Jahren.

Aus dieser regelmäfsigen Ab- und Zunahme der Neigung
Mondbahn gegen den Aequator folgt daher sofort, dafs
der Antheil, welchen der Mond an der Präcession hat,
falls ab- und zunehmen mufs, und dafs auch diese letzte
nderung in dieselbe Periode von 18 Jahren eingeschlos-
oder dafs sie von der Länge der Mondknoten abhängig
wird. Bradley, einer der gröfsten beobachtenden Astro-
en, hat bereits gegen das Jahr 1750 auf praktischem Wege
nigen Veränderungen der Fixsterne aufgefunden, die von
r Einwirkung des Monds auf die abgeplattete Erde her-
n. Nach seiner Bestimmung kann man diese Verände-
n darstellen, wenn man annimmt, dafs der Ort des
lingspunctes, von welchem man alle Längen auf der

Ekliptik zählt, und dafs auch die Neigung der Eklipti[k] den Aequator einer Störung unterworfen seyn mufs, jene gleich — 16″,8 Sin. ☊ und diese = + 9″,0 Cos. wo ☊ die Länge des aufsteigenden Knotens der Mo[nds] auf der Ekliptik bezeichnet. Durch die Theorie hat m[an] ter diese Ungleichheiten noch genauer bestimmt und fü[r] Störungen der Länge λ und der Schiefe e der Eklip[tik] gende Ausdrücke gefunden:

$$\partial\lambda = -16'',783 \text{ Sin.} ☊ + 0'',161 \text{ Sin.} 2 ☊ - 1'',336 \text{ Sin.} 2 ☉ - 0'',201 \text{ Sin.} 2 ☾$$

und

$$\partial e = +8'',977 \text{ Cos.} ☊ - 0'',088 \text{ Cos.} 2 ☊ + 0'',580 \text{ Cos.} 2 ☉ + 0'',087 \text{ Cos.} 2 ☾,$$

wo ☉ und ☾ die Länge der Sonne und des Mo[nds] zeichnen[1].

Auch diese Aenderungen des Frühlingspuncts und de[r] der Ekliptik bestehn, wie die Lunisolarpräcession, Bewegung des Aequators um die als ruhend ange[nommene] Ekliptik, wobei also die Breite der Sterne ebenfalls [nicht] ändert wird. Während also der Einflufs der Sonne abgeplattete Erde constant ist, besteht der Einflufs des auf dieselbe aus zwei Theilen, von welchen der ers[te] falls constant, der zweite aber veränderlich ist. Die jener beiden constanten Einwirkungen wurde die *L[unisolar]-präcession* genannt, und dieser letzte veränderliche T[heil] ganz der Einwirkung des Monds in Verbindung mit d[er Ver]schiedenheit der Neigung seiner Bahn gegen den irdis[chen Ae]quator angehört, heifst die *Nutation* oder das Wa[nken des] irdischen Aequators oder, was dasselbe ist, das Wa[nken der] Erdaxe.

Wenn wir uns alle bisher angeführten Veränderun[gen] lich darstellen wollen, so können wir annehmen, Fig. 291. Mittelpunct E des Kreises PQRS den Pol der Eklip[tik] stelle und dafs in der Peripherie dieses Kreises, dess[en] messer EP = e gleich der Schiefe der Ekliptik ist, d[er Pol] des Aequators sich gegen die Ordnung der Zeichen Richtung PQRS jährlich um $\psi = 50'',3757$ weiter

1 S. Laplace Méc. céleste. T. II.

urch wird die *Lunisolarpräcession* ausgedrückt, die bloſs constante Wirkung der Sonne und des Monds auf die abattete Erde ist. Allein durch die Wirkung der Planeten d auch, wie wir gesehn haben, die Ekliptik aus ihrer e gebracht, daher wir den Pol E der Ekliptik nicht mehr od, sondern in einer krummen Linie e f g h um den Punct ch bewegen lassen müssen, wodurch denn die Schiefe der iptik Pe, Qf, Rg u. s. w. ebenfalls mit der Zeit geändert d. Da endlich durch die Nutation der Aequinoctialpunct ohl, als auch die Schiefe der Ekliptik eine alle 18 Jahre derkehrende Aenderung erleidet, so wird man, um auch e Nutation in der Zeichnung darzustellen, den Pol P des quators nicht mehr, wie zuvor, in der Peripherie PQRS.. es Kreises, sondern vielmehr in einer Art von Schlangene Ppqrs.. einhergehn lassen, in welcher der wahre Pol p n mittleren P bald etwas voraus-, bald etwas zurücksteht bald dem mittleren Pole E der Ekliptik näher, bald wievon ihm entfernter ist, als der wahre Pol P des Aetors.

I. Reduction der Gestirne wegen der Nutation.

Da durch die Nutation der Frühlingspunct auf der Eklipverschoben und auch durch die Bewegung des Aequators Schiefe der Ekliptik verändert wird, so wird dadurch r nicht die Breite, wohl aber die Länge, die Rectascenund endlich die Declination aller Gestirne geändert. Daaber die Beobachtungen dieser Gestirne, wie sie an veredenen Tagen angestellt werden, unter sich vergleichbar n mögen, oder auch, damit man sie alle auf eine bestimmte che, z. B. auf den Anfang des Beobachtungsjahrs, reduciren ne, muſs man die an jedem Tage beobachtete Rectascenund Declination derselben von der Nutation befreien, um auf diejenige zu bringen, die ohne diese Nutation statt gehätte. Nehmen wir also an, a und $90^\circ - p$ seyen die ascension und Declination eines Fixsterns für einen bemten Tag, wenn keine Nutation existirte. Man suche die us folgende, durch die an diesem Tage statt habende Nun veränderte Rectascension a' und Declination $90^\circ - p'$.

Man pflegt in der Astronomie diese Gröſsen a und p die mittleren und a' und p' die *scheinbaren* Positionen des Sterns zu nennen, weil dem Beobachter diese Gestirne in der That in dieser Rectascension a' und dieser Declination 90° — p' erscheinen.

Um nun die Gröſsen a' und p' aus den gegebenen Gröſsen a und p zu finden, suche man zuerst die Länge λ und Breite 90° — π des Sterns in Beziehung auf die Ekliptik. Diese sind aber durch die bekannten Gleichungen der sphärischen Trigonometrie gegeben:

$$\left.\begin{aligned} \text{Sin.}\,\pi\ \text{Cos.}\,\lambda &= \text{Sin.}\,p\ \text{Cos.}\,a \\ \text{Sin.}\,\pi\ \text{Sin.}\,\lambda &= \text{Cos.}\,p\ \text{Sin.}\,e + \text{Sin.}\,p\ \text{Sin.}\,a\ \text{Cos.}\,e \\ \text{Cos.}\,\pi &= \text{Cos.}\,p\ \text{Cos.}\,e - \text{Sin.}\,p\ \text{Sin.}\,a\ \text{Sin.}\,e \end{aligned}\right\}$$

wo e, die Schiefe der Ekliptik, aus der oben gegebenen Formel

$$e = 23^\circ\ 28'\ 18'',0 - 0'',48368\ t$$

genommen wird, wenn t die Anzahl Jahre seit 1750 bezeichnet. Vermehrt man dann die so gefundenen Werthe von λ und e um die im Anfange dieses Artikels gegebenen Werthe ∂λ und ∂e, so daſs also die durch die Nutation veränderte Länge des Sterns λ' = λ + ∂λ und die durch die Nutation veränderte Schiefe e' = e + ∂e wird, so wird man aus der Länge λ' und Breite π des Sterns, mit der Schiefe e', folgende scheinbare Rectascension a' und Declination 90° — p' desselben finden:

$$\left.\begin{aligned} \text{Sin.}\,p'\ \text{Cos.}\,a' &= \text{Sin.}\,\pi\ \text{Cos.}\,\lambda' \\ \text{Sin.}\,p'\ \text{Sin.}\,a' &= \text{Sin.}\,\pi\ \text{Sin.}\,\lambda'\ \text{Cos.}\,e' - \text{Cos.}\,\pi\ \text{Sin.}\,e' \\ \text{Cos.}\,p' &= \text{Sin.}\,\pi\ \text{Sin.}\,\lambda'\ \text{Sin.}\,e' + \text{Cos.}\,\pi\ \text{Cos.}\,e' \end{aligned}\right\}$$

und durch diese zwei Systeme von Gleichungen ist die Aufgabe vollständig aufgelöst.

Auch diese Aufgabe läſst sich, wie oben die analoge für die Präcession, noch auf eine zweite vortheilhaftere Weise auflösen, wenn mehrere Beobachtungen desselben Tags zu reduciren sind, weil dann die Hülfsgröſsen m, m' und n für alle diese Beobachtungen constant sind und dieselben bleiben, so daſs man in den beiden folgenden Systemen das erste für alle jene Sterne nur ein einziges Mal zu berechnen braucht.

Fig. 292. Ist nämlich E der unbewegliche Pol der Ekliptik, P

e, so wie P′ der scheinbare (oder durch die Nutation erte) Pol des Aequators und S der Stern, so sey der PP′ = Θ, der Winkel EPP′ = m und EP′P = m′. vorausgesetzt findet man diese Gröfsen Θ, m und m′ Dreieck EPP′ durch folgende Gleichungen, wo EP = e P′ = e′ ist:

$$\text{Tang.} \frac{m+m'}{2} = \frac{\text{Cos.} \frac{1}{2}(e'-e)}{\text{Cos.} \frac{1}{2}(e'+e)} . \text{Cotg.} \tfrac{1}{2} \partial\lambda,$$

$$\text{Tang.} \frac{m-m'}{2} = \frac{\text{Sin.} \frac{1}{2}(e'-e)}{\text{Sin.} \frac{1}{2}(e'+e)} . \text{Cotg.} \tfrac{1}{2} \partial\lambda,$$

$$\text{Sin.}\,\Theta = \frac{\text{Sin.}\,e}{\text{Sin.}\,m'} \text{Sin.}\,\partial\lambda = \frac{\text{Sin.}\,e'}{\text{Sin.}\,m} \text{Sin.}\,\partial\lambda .$$

ch kennt man also in dem Dreieck SPP′ die Gröfsen Θ, PS = p und SPP′ = m — (90° + a), also findet uch PP′S = 90° + a′ + m′ und P′S = p′ durch die fol- Ausdrücke:

$$\text{Cos.}(a'+m') = -\text{Sin.}\,p\,\text{Cos.}(m-a),$$
$$\text{Sin.}(a'+m) = \text{Sin.}\,p\,\text{Cos.}\,\Theta\,\text{Sin.}(m-a) - \text{Sin.}\,\Theta\,\text{Cos.}\,p,$$
$$= \text{Sin.}\,p\,\text{Sin.}\,\Theta\,\text{Sin.}(m-a) + \text{Cos.}\,\Theta\,\text{Cos.}\,p .$$

t man aber die dem Pole des Aequators zu nahen Sterne so werden, da ∂λ und ∂e nur klein sind, auch die n a′ und p′ von den ursprünglichen a und p nur wenig ieden seyn, daher es in den meisten Fällen statt der gehenden strengen Auflösungen bequemer seyn wird, elbar die Werthe von a′ — a = ∂a und p′ — p = ∂p die Differentialrechnung zu suchen. Zu diesem Zwecke n

$$a'-a = \left(\frac{\partial a}{\partial\lambda}\right)\partial\lambda + \left(\frac{\partial a}{\partial e}\right)\partial e$$

$$p'-p = \left(\frac{\partial p}{\partial\lambda}\right)\partial\lambda + \left(\frac{\partial p}{\partial e}\right)\partial e,$$

e in Klammern eingeschlossenen Gröfsen die partiellen entiale von a und p in Beziehung auf λ und e be- nen.

Es ist aber, wie man leicht sieht,

$$\left(\frac{\partial a}{\partial \lambda}\right) = \text{Cos. } e + \text{Sin. } e \text{ Sin. } a \text{ Cotg. } p,$$

$$\left(\frac{\partial a}{\partial e}\right) = -\text{Cos. } a \text{ Cotg. } p,$$

$$\left(\frac{\partial p}{\partial \lambda}\right) = -\text{Sin. } e \text{ Cos. } a,$$

$$\left(\frac{\partial p}{\partial e}\right) = -\text{Sin. } a,$$

so daſs man daher für die gesuchten vollständigen W
von ∂a und ∂p erhält

$$\partial a = (\text{Cos. } e + \text{Sin. } e \text{ Sin. } a \text{ Cotg. } p) . \partial \lambda - \text{Cos. } a \text{ Cotg. } p .$$

$$\partial p = -\text{Sin. } e \text{ Cos. } a \; \partial \lambda - \text{Sin. } a . \partial e .$$

Substituirt man in diesen beiden Gleichungen die im A
dieses Artikels gegebenen Werthe von $\partial \lambda$ und ∂e und
man, was für die Ausübung immer genügt, die Glieder
0",5 weg, so erhält man, wenn man $e = 23^\circ \, 27' \, 55''$
Jahr 1800 nimmt, für die gesuchte Nutation in Rectas
und Poldistanz folgende Ausdrücke:

$$\begin{aligned} a' - a = & - 15''.4 \text{ Sin. } ☊ \\ & - (6''.7 \text{ Sin. } ☊ \text{ Sin. } a + 9'',0 \text{ Cos. } ☊ \text{ Cos. } a) \text{ Cotg. } p \\ & - 1''.2 \text{ Sin. } 2 ☉ \\ & - (0''.5 \text{ Sin. } 2 ☉ \text{ Sin. } a + 0''.6 \text{ Cos. } 2 ☉ \text{ Cos. } a) \text{ Cotg.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p' - p = & + 6''.7 \text{ Sin. } ☊ \text{ Cos. } a - 9''.0 \text{ Cos. } ☊ \text{ Sin. } a \\ & + 0''.5 \text{ Sin. } 2 ☉ \text{ Cos. } a - 0''.6 \text{ Cos. } 2 ☉ \text{ Sin. } a , \end{aligned}$$

und diese Werthe wird man mit ihren Zeichen zu der
lern Rectascension a und Poldistanz p der Sterne setzen,
die scheinbaren Gröſsen a' und p' zu erhalten. Will man
von den scheinbaren Gröſsen a' und p' zu den mittlern
gehn, so wird man in den beiden letzten Gleichungen
von dem Gleichheitszeichen die Zeichen aller Glieder in
entgegengesetzten verwandeln.

ollständige Reduction der beobachteten Gestirne auf ihren mittlern Ort.

ir haben in dem gegenwärtigen Artikel die Reductionen ı, durch welche man die beobachteten oder scheinba- rter der Gestirne auf ihren mittleren Ort zurückführen ofern der Unterschied zwischen beiden Oertern von der *ion* und von der *Nutation* abhängt. In dem Artikel *ıg des Lichts* ist auch bereits die von der *Aberration* htstrahlen abhängige Reduction gegeben worden. Nimmt le drei Ausdrücke zusammen, so erhält man für die ıdige Reduction des mittlern Orts a und p der Gestirne ı scheinbaren Oerter a' und p' folgende Formeln, die in ıktischen Astronomie von beinahe immer wiederkom- n Gebrauche sind:

$$
\begin{aligned}
a = {} & (46'',054 + 20'',056\,\mathrm{Sin.}\,a\,\mathrm{Cotg.}\,p).\,t \\
& - 20'',25\,\frac{\mathrm{Cos.}\,e\,\mathrm{Cos.}\,a}{\mathrm{Sin.}\,p}\,\mathrm{Cos.}\,\odot \\
& - 20'',25\,\frac{\mathrm{Sin.}\,a\,\mathrm{Sin.}\,\odot}{\mathrm{Sin.}\,p} \\
& - 0'',60\,\mathrm{Cos.}\,a\,\mathrm{Cotg.}\,p\,\mathrm{Cos.}\,2\,\odot \\
& - (1'',22 + 0'',53\,\mathrm{Cotg.}\,p\,\mathrm{Sin.}\,a)\,\mathrm{Sin.}\,2\odot \\
& - (15'',39 + 6'',68\,\mathrm{Cotg.}\,p\,\mathrm{Sin.}\,a)\,\mathrm{Sin.}\,\text{☊} \\
& - 8'',98\,\mathrm{Cotg.}\,p\,\mathrm{Cos.}\,a\,\mathrm{Cos.}\,\text{☊},
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
p = {} & -(20'',0562\,\mathrm{Cos.}\,a)\,t \\
& + 20'',25\,\mathrm{Cos.}\,p\,\mathrm{Cos.}\,a\,\mathrm{Sin.}\,\odot \\
& + 20'',25\,(\mathrm{Tang.}\,e\,\mathrm{Sin.}\,p - \mathrm{Cos.}\,p\,\mathrm{Sin.}\,a)\,\mathrm{Cos.}\,e\,\mathrm{Cos.}\,\odot \\
& + 0'',53\,\mathrm{Cos.}\,a\,\mathrm{Sin.}\,2\,\odot \\
& - 0'',58\,\mathrm{Sin.}\,a\,\mathrm{Cos.}\,2\,\odot \\
& + 6'',68\,\mathrm{Cos.}\,a\,\mathrm{Sin.}\,\text{☊} \\
& - 8'',98\,\mathrm{Sin.}\,a\,\mathrm{Cos.}\,\text{☊}\,.
\end{aligned}
$$

ıen Ausdrücken bezeichnen a und p die Rectascension e Distanz des Gestirns von dem Nordpol des Aequa- ⊙ die Länge der Sonne, ☊ die Länge des aufsteigen- notens der Mondbahn und t endlich die seit dem Jahre verflossenen Jahre; für eine Zeit vor 1835 ist t negativ. h enthält in diesen beiden Ausdrücken für a' — a und ı das erste Glied die *Präcession*, das zweite und dritte *berration* und die vier letzten die *Nutation*.

L. Bestimmung der Mondmasse und der Abplattung der Erde aus den gefundenen Werthen der Nutation und Präcession.

Wenn man von den in (B) erhaltenen Gliedern der Nutation blofs die von dem Mondknoten ☊ beibehält, welche auch bei weitem gröfser sind, als alle übrigen, so kann man die Nutation der Länge $\delta\lambda = 16'',783$ Sin. ☊ als die blofse Wirkung des Monds ansehn, während die jährliche Präcession $\psi = 50'',3757$ die Folge der vereinigten Wirkungen der Sonne und des Mondes ist. Da sich aber jede störende Kraft wie die Masse des störenden Körpers durch das Quadrat seiner Entfernung dividirt verhält, so sieht man, dafs die beobachteten Gröfsen der Präcession und Nutation das Verhältnifs der Masse des Monds zu jener der Sonne geben müssen. Auf diese Weise fand man, dafs die Masse des Monds nahe 0,0000000427 der Masse der Sonne seyn mufs. Da aber, wenn man die Masse der Erde als Einheit annimmt, die Sonnenmasse gleich 337100 ist, so ist auch die Masse des Monds nahe $\frac{1}{70}$ von jener der Erde, ein Resultat, das mit demjenigen genau genug übereinstimmt, welches man durch Rechnung aus den Phänomenen der Ebbe und Fluth des Meeres gefunden hat.

Ebenso wird sich aus der beobachteten Gröfse der Präcession, da sie eine Folge der Abplattung der Erde ist, wieder rückwärts auf die Gröfse dieser Abplattung schliefsen lassen. Man fand so, dafs die Abplattung der Erde, wenn die beobachtete Präcession mit der durch die blofse Rechnung erhaltenen übereinstimmen soll, nicht gröfser als $\frac{1}{218}$ seyn kann, was wieder nahe genug mit den Resultaten übereinstimmt, die man für diese Abplattung aus den Beobachtungen des Secundenpendels an verschiedenen Orten der Erde und aus unmittelbaren Meridianmessungen auf der Oberfläche unserer Erde gefunden hat.

M. Veränderung der Schiefe der Ekliptik.

Es ist bereits oben bemerkt worden, dafs man in der Lehre von der Präcession die Schiefe der Ekliptik im allgemeinen als constant voraussetzt. Die Einwirkung der Sonne

des Mondes auf die an ihren Polen abgeplattete Erde macht
lich die Ebene des Aequators auf der als ruhend ange-
menen Ebene der Ekliptik rückwärts gehn, ohne dafs da-
der Winkel dieser zwei Ebenen durch jene Einwirkung
ittelbar geändert wird. Wenn also die Sonne und der
d allein auf die an ihren Polen abgeplattete und um ihre
sich bewegende Erde wirkten, so würde die *mittlere* (d. h.
von der periodisch wiederkehrenden, unter I betrachteten Nu-
n unabhängige) Neigung der Ekliptik gegen den Aequator
ndig seyn. Allein die anderen Körper unseres Sonnensystems,
n Einfluss auf die Gestalt der Erde, wegen ihrer zu gro-
Entfernung, zwar verschwindet, haben doch noch eine
merkliche Wirkung auf die *Lage der Erdbahn*, indem
die Ebene der Ekliptik (die wir in der Lehre von der
ession im Allgemeinen als unbeweglich angenommen ha-
) der Ebene des Aequators immer mehr zu nähern suchen.
andern Worten: die Anziehung der Planeten auf die Erde
Allgemeinen (ohne Beziehung auf die abgeplattete Kugel-
lt derselben) setzt die Ebene der Ekliptik gegen die des
ators in eine Bewegung, nach welcher die Ekliptik dem
ator sich immer mehr zu nähern sucht, und in dieser
rung besteht die sogenannte *Abnahme der Schiefe der
ptik.*

Aelteste Beobachtungen der Schiefe der Ekliptik.

Diese *Schiefe* der Ekliptik (das heifst, den Winkel, wel-
die Ekliptik mit dem Aequator bildet und der jetzt nahe
Grad beträgt) hat man ohne Zweifel schon in den frühe-
Zeiten bemerkt, obschon die Entdeckung der (sehr lang-
en) Abnahme dieser Schiefe erst dem vorhergehenden Jahr-
dert angehört. Die älteste Beobachtung dieser Art und
rhaupt die älteste aller auf uns gekommenen astronomischen
bachtungen ist die oben erwähnte, im Jahre 1100 vor
. G. in China an einem Gnomon angestellte Solstitialbeob-
tung, aus welcher man die Schiefe der Ekliptik für jene
t gleich 23° 54′ 3″ abgeleitet hat. Die zweite, ebenfalls
r alte Beobachtung dieser Art ist die des Griechen PYTHEAS
Marseille. Der König TSCHU-KONG lebte zur Zeit des

Codrus in Athen oder des David in Judäa. Pytheas beobachtete im J. 350 vor Chr. G., welches Jahr in die der beiden im Alterthume berühmten Schlachten von M nea und Chaeronea fiel. Er hatte von der damaligen Rep Marseille (dem alten Massilia) den Auftrag erhalten, die lichen Gegenden Europa's zu untersuchen, auf welcher er bis zu der Insel *Thule* (wahrscheinlich unser Island) drang. Zwar haben Strabo und Polybius diese Rei Zweifel gezogen, aber die Gründe, welche sie gegen di angeben, sind von Gassendi[1] und Bougainville[2] hinlä widerlegt worden. Berühmter noch ist Pytheas durch Solstitialbeobachtung der Sonne, aus welcher er für da 350 v. Chr. die Schiefe der Ekliptik gleich 23° 49′ 20″ 2′ 40″ kleiner, als die chinesischen Beobachter, gefunde Eratosthenes aber, ein äufserst vielseitig gebildeter der Leibnitz seiner Zeit, beobachtete um d. J. 280 vo diese Schiefe der Ekliptik zu 23° 51′ 13″, wie es n nicht eben sehr genau; auch hat Riccioli in seiner G *phia reformata* viel daran zu ändern gefunden, aber hinlängliche Gründe, da uns die näheren Umstände dies obachtung nicht erhalten sind.

Die Araber, welche die Astronomie überhaupt sehr virten, verwendeten eine besondere Sorgfalt auf die Be mung der Ekliptik, zu welcher ihnen ihre grofsen Instru vorzügliche Dienste leisteten. Der Chalif Almamon im Jahrhundert liefs diese Beobachtung von einer ganzen G schaft von Astronomen einmal in Bagdad machen, wo man 2 fand, und das zweite Mal in Damas, wo diese Schiefe 23° 33′ 52″ gefunden wurde. Nahe 150 Jahre später v dieselbe Beobachtung von mehreren Astronomen in B wiederholt, wo die mittägigen Höhen des Sommer- und tersolstitiums 80° 15′ und 28° 5′, also die Schiefe 23° 3 funden wurde. Eine andere Beobachtung der Schiefe v in derselben Stadt im J. 988 von acht Astronomen zu unter der Regierung des Chalifen Scharfodaula, eines züglichen Beschützers der Sternkunde, gemacht. In den ren Zeiten ist unter diesen Beobachtungen der Araber

1 Dessen Opera. T. IV.
2 Mém. des Inscript. T. XX.

ich die des Ibn-Junis bekannt geworden, der gegen das 1000 unter dem Chalifen Aziz-Ben-Hakim in Aegyp- lebte und dessen astronomische Manuscripte im Anfange gegenwärtigen Jahrhunderts in der Bibliothek zu Leyden efunden und von Cousin und Sedillot übersetzt wur- Er fand aus seinen Beobachtungen die Schiefe der Ekliptik h 23° 34′ 26″.

Im 13ten Jahrhundert erwachte auch in China, unter engis-Chan und seinen ersten Nachfolgern, wieder die Liebe zur Astronomie, die unter den vorhergehenden Un- n ganz in Verfall gerathen war. Kobilai, der fünfte hfolger Dschengis-Chan's, hatte den Chinesen Cochu- g zum Präsidenten des mathematischen Collegiums in Pe- gemacht, einen der thätigsten und talentvollsten Astro- en, dessen jenes Volk sich rühmen kann. Nebst mehrern verdienstvollen Unternehmungen, durch welche er der urator der chinesischen Astronomie geworden ist, beob- te er auch mit einem Gnomon von 40 Fuſs mehrere Jahre Schiefe der Ekliptik und fand sie im Jahre 1280 gleich 32′ 2″. Nach ihm verfiel die Wissenschaft in diesem e immer mehr, wahrscheinlich aus demselben Grunde, welchem man ihr frühes Aufblühen daselbst herleiten muſs, sie *Staatsangelegenheit* war, wodurch ihre Entwickelung n ersten Zeiten wohl sehr befördert, aber auch in den rn nicht weniger gehindert wurde, indem die Astrono- ohne Erlaubniſs der Regierung an ihren Theorieen bei sstrafe nichts ändern durften. Nicht anders konnte, im nge des 17ten Jahrhunderts, dem gänzlichen Untergange Astronomie in China begegnet werden, als durch die Her- ehung der Europäer, besonders der Jesuiten, die sich groſses Ansehn daselbst erwarben, aber auch, ihre gün- Stellung zu andern Zwecken miſsbrauchend, wieder ent- wurden.

Von den Indiern und Chaldäern, die doch die Astrono- schon in den ältesten Zeiten cultivirt haben, sind uns e Beobachtungen der Schiefe der Ekliptik erhalten wor- Wir freuen uns mit Recht, daſs so viele Schriften der Griechen und Römer noch auf uns gekommen sind, der n finsteren Jahrhunderte ungeachtet, die zwischen uns und

ihnen liegen. Aber wie viel mehr mag noch verloren gen seyn, was wir jetzt nicht einmal mehr vermissen SIMPLICIUS erzählt nach PORPHYRIUS, dafs KALLIST der ALEXANDER DEN GROSSEN auf seinen Feldzü Sammler wissenschaftlicher Merkwürdigkeiten begleitete aus der Stadt Babylon eine Reihe von 1900jährigen, angestellten astronomischen Beobachtungen nach Griech zurückgebracht habe. Von allen diesen ist auch kein mehr übrig, so wenig, als von den unzählbaren Sc welche die Bibliothek zu Alexandrien aufbewahrte u denen der beschränkte und eifernde Chalif mehrere lang die Bäder dieser Stadt geheizt haben soll. Eben nig hat sich auch von den Beobachtungen der alten Ae erhalten, obschon die berühmte Alexandrinische Schule Hauptstadt des Landes ihren Sitz aufgeschlagen hatte. J alten Beobachtungen der Aegyptier scheinen selbst f Mitglieder der Alexandrinischen Schule (die im J. 2 Chr. G. von PTOLEMÄUS PHILADELPHUS gestiftet wurde reits verloren gewesen zu seyn, da der Astronom Pto (um 130 nach Chr. G.) in seinem *Almagest*, so oft er Beobachtungen gebraucht, nur die der Chaldäer citirt, auch nur eine ägyptische zu erwähnen[1].

Im 13ten Jahrhunderte versammelte HOLAKU ILE der Neffe DSCHENGIS-CHAN's, die berühmtesten Astron seiner Zeit in seiner Hauptstadt Maragha, wo er mit meinem Aufwande unter NASIREDDIN's Anleitung im J.

1 Ueberhaupt sind die ältesten astronomischen Beobacht die noch auf uns gekommen sind, die bereits oben erwähnte c sche Gnomon-Beobachtung von TSCHU-KONG im J. 1100 vor und zwei Mondfinsternisse, welche die Chaldäer zu Babylon i Jahren 719 und 720 vor Chr. beobachteten und deren Andenke PTOLEMÄUS erhalten hat. Die älteste, blofs geschichtliche Nac von astronomischen Beobachtungen ist die von der Sonnenfinst des Jahres 2155 vor Chr. G. unter der Regierung des TSCHOS Die beiden Hofastronomen HI und HO, so erzählen die chinesisch cher, sagten diese Finsternifs unrichtig voraus und wurden d nach einem schon damals sehr alten Reichsgrundgesetze mit Tode bestraft. Man hat mit unsern neuen Planetentafeln diese achtung nachgerechnet und gefunden, dafs in der That in jenem 2155 v. Chr. zur Herbstzeit eine in China sichtbare Sonnenfinst statt gefunden hat.

fse Sternwarte errichtete und sie mit den kostbarsten enten ausrüstete. Aber der erste Beschützer und selbst r der Astronomie unter den Beherrschern desselben Vol- er Ulugh Beigh, ein Neffe Timur-Lengh's (oder lan's). Von dem Wunsche beseelt, der Nachwelt sei- men als den eines grofsen Fürsten und eines Freun- Wissenschaften zu übergeben, erbaute er, im Anfange en Jahrhunderts, in Samarkand eine Sternwarte mit t königlicher Freigebigkeit[1], auf welcher er selbst den l mit einem, Personen seiner Art seltenen Eifer zu be- pflegte. Die Früchte seiner und seiner Gehülfen waren ein Sternkatalog, den wir noch besitzen und früheren an Vollkommenheit übertraf, und neue Pla- eln, die im J. 1449 vollendet waren und die noch zu s (gest. 1601) Zeiten als die besten der bisher gege- nerkannt wurden. Auch die Schiefe der Ekliptik wurde mit einer besondern Sorgfalt gemessen. Der Qua- welchen er sich zu dieser Absicht verfertigen liefs, h Gravius unwahrscheinlicher Erzählung, von einer ern Gröfse gewesen seyn, indem der Halbmesser des- gleich der Höhe des Domes der Sophienkirche in Con- opel über dem äufsern Fufsboden war. Mit diesem In- nte fand er im J. 1437 die Schiefe der Ekliptik gleich ′ 48″.

re Beobachtungen der Schiefe der Ekliptik.

hon zur Zeit der Wiedererweckung der Wissenschaften opa, im 15ten Jahrhundert, erkannten die ersten Astro- dieser Zeit, Purbach, Regiomontan, Walther u. A., chtigkeit jenes Elements der praktischen Sternkunde hten dasselbe mit ihren noch unvollkommenen Instru- so genau, als sie eben konnten, zu bestimmen. Bern- Walther in Nürnberg fand diese Schiefe 23° 29′ 47″

---

[1] Diese Liebe zur Unterstützung der Sternkunde hat sich bei den schern jenes Volkes noch bis auf unsere Zeiten erhalten. Char- hlt, dafs der Vorsteher der Hofsternwarte des Königs von jährlich 100000 Francs erhalte und dafs die jährliche Besol- ller Astronomen dieser Sternwarte zusammen über eine Million betrage.

für das Jahr 1490; TYCHO BRAHE 23° 29′ 30″
HEVELKE in Danzig 23° 29′ 0″ für 1660; der ältere
23° 28′ 54″ für 1672 und FLAMSTEAD 23° 28′ 48″
Im 18ten Jahrhunderte fand BIANCHINI diese Schi
23° 28′ 35″ für das Jahr 1703; OLAUS RÖMER 2
für 1709; BRADLEY und mit ihm übereinstimmend
23° 28′ 19″ für 1750 und MASKELYNE in Greenwic
vorzüglichen Instrumenten 23° 28′ 8″ für das Jahr
unsern Tagen endlich fand man im Mittel aus eb
reichen als guten Beobachtungen die Schiefe de
gleich 23° 27′ 39″,29 für das Jahr 1830.

Abnahme der Schiefe der Ekliptik

Wenn man diese verschiedenen Angaben der A
von der ersten chinesischen des Jahrs 1100 vor C
auf unsere Tage, unter einander vergleicht, so be
bald, dafs diese Schiefe der Ekliptik seit beinahe
ren in einer immer fortschreitenden Abnahme be
Wenn sie im J. 1100 vor Chr. in der That gleich
gewesen ist, so beträgt ihre Abnahme, da sie im J
nach Chr. G. 23° 27′ 39″ war, in jedem Jahre 0″,
jedem Jahrhunderte nahe 50 Secunden. Zwar fin
wenn man die einzelnen oben angeführten Angaben
schiedene Zeiten unter einander vergleicht, für dies
Abnahme auch wohl verschiedene Werthe, was sein
in der Unvollkommenheit der älteren Beobachtunge
mag, aber eine constante Abnahme dieses Winkels i
ungeachtet nicht zu verkennen. Es ist sonderbar,
Astronomen auf diese Abnahme erst in der Mitte de
gehenden Jahrhunderts aufmerksam geworden sind. H
PTOLEMÄUS und alle ihre Nachfolger waren der
dafs die Ekliptik eine feste, am Himmel unveränderli
habe. TYCHO bemerkte zuerst, dafs die *Breite*[1] d
mit der Zeit sich ändere, aber er war dieser Aender
gewifs genug, um darauf einen Schlufs auf die Bew
der Ekliptik zu gründen. Erst hundert und funfzig J
ihm fiel den Astronomen die viel gröfsere Schiefe,
ihre frühen Vorgänger gefunden hatten, dergestalt a

1 Vergl. *Breite.* Bd. I. S. 1204.

se Aenderung derselben förmlich in Frage gestellt Der grofse L. EULER[1] war es, der auch hier, wie in andern Zweigen der Wissenschaft, zuerst die Bahn indem er zu zeigen suchte, dafs diese Abnahme der en Gesetzen der Mechanik völlig gemäfs sey. Des-chtet zweifelte man noch längere Zeit an der Exi-ser Abnahme und es gab mehr als einen Astronomen, oben angeführten Beobachtungen der Alten so lange d verdrehte, bis sie endlich seiner vorgefafsten Mei-afs diese Schiefe unveränderlich sey, genug zu thun

Da die meisten Beobachtungen jener von uns so ernten Zeiten uns nicht mit den nöthigen Belegen und t nur unvollständig mitgetheilt worden sind, so sind geeignet, aus sich Alles machen zu lassen, was man l, um sie der einen Hypothese sowohl, als auch der gesetzten oft mit gleichgewichtigen Scheingründen an-, wie in der Geschichte der Astronomie durch mehr Thatsache gezeigt werden kann. Erst als LAGRANGE[2] nahme durch die Kraft der Analyse über allen Zwei-en hatte, fand sie allgemeinen Eingang, und man te sich nun damit, die eigentliche Gröfse dieser Ab-i erforschen. Allein diese Gröfse wurde verschieden, je nachdem man zwei verschiedene Beobachtungen nstellte. Vergleicht man z. B. die älteste Beobach-Chinesen vom Jahre 1100 vor unserer Zeitrechnung neuesten von 1830, so findet man für die Abnahme fe in 100 Jahren 50″; die Beobachtung des PYTHEAS mit der von 1830 verglichen, für diese säculare Ab-9″ und die des TYCHO 45″. Offenbar sind die älte-achtungen nicht genau genug, um diese Gröfse mit t zu bestimmen.

mmung der Abnahme durch die Theorie.

blieb daher nichts übrig, als den eigentlichen Werth bnahme der Schiefe der Ek iptik durch die Theorie

---

ém. de Berlin. T. X. v. J. 1754.

ém. de l'Acad. de Paris. 1774. Mém. de l'Acad. de Berlin.

oder auf dem Wege der Analyse zu bestimmen. Allei
diese Bestimmung hat ihre besondern Schwierigkeiten, d
sowohl in der analytischen Entwickelung der hieher g
den Ausdrücke, als vielmehr in den numerischen Sch
nen dieser algebraischen Ausdrücke liegen.

Wenn blofs die Sonne und der Mond auf die Erd
ten und wenn überdiefs diese Erde die Gestalt ei
kommenen Kugel hätte, so würde die Schiefe der Ekl
Allgemeinen immer dieselbe bleiben. Allein die übrig
per unsers Sonnensystems, die Planeten, haben au
eine merkliche Wirkung auf die Erde, und zwar ni
auf den Ort der Erde in ihrer Bahn, sondern auch
Gestalt und Lage dieser Bahn selbst. Vermöge dieser
Wirkung der Planeten wird die Ebene der Erdbahn (
Ekliptik dem hier als fest betrachteten Aequator imm
genähert und zugleich rückt, durch dieselbe Wirkung
neten, der Durchschnittspunct der Ekliptik mit dem
tor oder der Nachtgleichenpunct auf der festen E
der Ordnung der Zeichen, oder von West gen O
etwas vor. Wie viel von diesen beiden Verrück
Ekliptik jeder einzelne Planet bewirkt, ist eben der
stand des Problems, von dem hier die Rede ist[1]. Hi
es genügen nur das Folgende mitzutheilen.

Nennt man n die Neigung der Bahn des die Er
renden Planeten, z. B. Mercurs, gegen die Erdbahn un
Länge des aufsteigenden Knotens der Mercursbahn a
Ekliptik, so wie e die Schiefe der Ekliptik, so hat man
de die Verminderung der Schiefe und da die Ver
des Frühlingspunctes, die durch diesen Planeten bewir
bezeichnet,

$$de = m \,\text{Sin.}\, n \;\text{Sin.}\, k \quad \text{und} \quad da = m \,\text{Sin.}\, n \;\text{Cos.}\, k \;\text{Co}$$

In diesen beiden Ausdrücken ist die Gröfse m ein Fact
sen Werth vorzüglich von der *Masse* des störenden P
abhängt, und diese Masse mufs daher genau bekann
wenn man die Gröfsen de und da mit Schärfe angeb
Was die übrigen Gröfsen n, k und e betrifft, so sin

1 Die Auflösung desselben findet man in Littrow's Ast
Wien 1827. Th. III. S. 325. 482.

so gut bekannt, als man zu unserm Zwecke nur immer
in kann. Nicht so aber verhält es sich mit der Masse
neten, die sehr schwer zu bestimmen ist. Unsere
ger werden, nach Verlauf von mehreren Jahrhunderten,
ssen sehr gut bestimmen können, wenn sie unsere gu-
bachtungen mit ihren eigenen vergleichen. Allein wir
in Beziehung auf unsere Vorgänger, auf diesen Vor-
rzicht thun, da selbst die vor 80 oder 100 Jahren an-
n Beobachtungen viel zu unvollkommen und die noch
zu unserm Zwecke gar nicht zu gebrauchen sind. Alle
n[1] nämlich, die irgend ein Planet in der Bahn eines
ervorbringt, oder alle säcularen Störungen sind der
ſs ihr analytischer Ausdruck, wie die beiden vorher-
, einen Factor m enthält, der auf irgend eine Weise
Masse des störenden Planeten abhängt, daher auch alle
ularen Störungen so lange nicht genau berechnet wer-
nen, als man diese Massen selbst nicht genau kennt.
ber, nach einer Reihe von mehreren Jahrhunderten,
statt habende Gestalt und Lage der Planetenbahnen
enigen verglichen werden können, welche wir gegen-
n unsern Tagen, so genau beobachten und in unsern
der Nachwelt überliefern, so wird man die Wir-
ser Störungen am Himmel selbst sehn und sie gleich-
lbst lesen können. Es ist aber für sich klar, daſs
in unsern Nachkommen desto genauer geschehn wird,
er erstens ihre und unsere Beobachtungen sind und
zweitens die Epochen dieser zwei Beobachtungen in
von einander entfernt sind. Denn viele dieser Stö-
ind der Art, daſs sie Jahrtausende durch immer in
Richtung anwachsen und endlich sehr beträchtlich
und mehrere Grade übersteigen können. Dann wer-
jene analytischen Ausdrücke selbst sehr gute Mittel
, um aus ihnen den wahren Werth des Factors m und
auch die wahre Gröſse der Masse des störenden Pla-
bestimmen.

n den neuesten Bestimmungen nehmen wir die Masse
gleich dem 2025800sten Theile der Masse der Sonne
aus $m = \frac{1}{10}$ folgt. Ferner beträgt die Neigung der

---

[1] rgl. *Perturbationen*. Bd. VII. S. 440.

[illegible]

[illegible]	= [illegible]	[illegible] =
[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	—
[illegible]	[illegible]	—
Summe	= 1".101.	[illegible] =

[illegible]

[illegible] Bewegung des [illegible] Richtung [illegible] Leitung der [illegible] Neigung [illegible]

jetzt positiv ist, negativ werden wird, wo dann die der Ekliptik nicht mehr, wie gegenwärtig, *abnehmen*, vielmehr *wachsen* und wo der Frühlingspunct, der östliche Bewegung hat, nach Westen gehn wird.

derlichkeit und Grenzen dieser Abnahme der Schiefe.

sieht schon daraus, dafs der Werth von ∂a, so wie ∂e, um welchen letztern es sich hier eigentlich han- veränderlich und in jedem Jahrhundert ein anderer ist, o auch die vorhergehenden Formeln nur abgekürzt sind fs für den Zeitraum von zwei oder drei Jahrhunderten iger Sicherheit angewendet werden können. In der idet man auch, wenn man diesen Gegenstand genauer elt, für diese beiden Gröfsen ∂a und ∂e nicht, wie constante, sondern vielmehr solche Ausdrücke, die von ns und Cosinus von Winkeln abhängen, welche letz- der Zeit gleichförmig fortgehn, so dafs also die wah- rthe dieser Gröfsen periodischen Abwechslungen unter- sind und bald positiv, bald negativ seyn können. Man iese genaueren Werthe in dem oben angeführten Werke e sie zuerst von LAPLACE[1] entwickelt worden sind. r beschäftigte sich mit diesem wichtigen Gegenstande dem vorletzten Jahrzehnt des verflossenen Jahrhun- nd fand bereits früher[2] den genaueren Ausdruck der der Ekliptik in jeder gegebenen Zeit

$$=23^0 28' 43'' - 1865'',12 \text{ Sin.}^2 (8'',8843 \text{ T}) - 3140'',34 \text{ Sin.} (32'',8412 \text{ T}) \quad . \; . \; . \quad (A)$$

lie Anzahl der Jahre nach 1700 bezeichnet. Für ein r dieser Epoche ist T negativ. Sucht man z. B. die der Ekliptik, wie sie im J. 300 vor Chr. G. zur Zeit KLIDES oder der Gründung der Alexandrinischen Schule tte, so ist $T = - 2000$ und daher

$$8'',8843 \text{ T} = 4^0\, 56'\, 8'',$$
$$32'',8412 \text{ T} = 18^0\, 14'\, 42'',$$

---

1 Mécan. céleste. T. III. p. 158.
2 Mém. de l'Acad. de Paris. 1778.

so dafs man daher für die Schiefe der Ekliptik zu jen

$$23^{\circ}\,44'\,52'',37$$

erhält. Für die Epoche 1700 ist sie, nach derselb chung,

$$23^{\circ}\,28'\,43''.$$

Wollte man also die Abnahme der Schiefe wäh ser Periode von 2000 Jahren als gleichförmig betrac würde man die Differenz dieser beiden Schiefen ode 0° 16′ 9″,37 durch 2000 dividiren und somit für die Abnahme derselben 0″,485 erhalten. Daraus würde gen, dafs in 174300 Jahren, von unserer Zeit an gerec Schiefe der Ekliptik ganz verschwinden, dafs dann d tik mit dem Aequator zusammenfallen und ein imm der Frühling auf der Erde herrschen würde [1]. All Folgerung kann nicht angenommen werden, da, w der letzte Ausdruck für die Schiefe nie gleich Nul kann, sondern da vielmehr die Ekliptik sich nur bis bestimmte Grenze dem Aequator nähern darf, um wieder, bis zu einer zweiten Grenze, von ihm zu Der Winkel, in welchem ich die Ekliptik, gleich ei del, auf und ab bewegt, beträgt nicht über sechs G die Zeit, welche sie bedarf, um von einer Grenze z zu kommen, enthält viele Jahrtausende. Da uns, w oben erinnert worden ist, die Massen der Planeten mit derjenigen Schärfe bekannt sind, die zu der B dieser Grenzen nöthig ist, so lassen sie sich auch j nicht mit Verläfslichkeit angeben. Indefs hat Lagr Versuch gemacht, mit unserer Kenntnifs der Planet jene Rechnung vorzunehmen, für die er folgende Res funden hat.

Im Jahre 29400 vor Chr. G. war diese Schiefe Maximum und gleich 27° 31′. Seit jener Epoche

---

1 Von dieser erfreulichen Zukunft hat schon Plutar Philos. II. gesprochen. Noch mehr weifs uns der Schwärm in s. Theorie de la terre und Pluche im Spectacle de la na zu erzählen, hinter welchen unsere neuesten Schwärmer, philosophen, nicht zurückbleiben wollten, indem sie sog vollkommenheit aller menschlichen Erkenntnisse aus dieser Ekliptik ableiten und die Berichtigung jener mit der Ver dieser zusammenstellen wollten.

ch 15000 Jahre ab und erreichte daher im J. 14400 vor , ihr Minimum von 21° 20′. Von da wuchs sie wieder ch 12400 Jahre und kam im J. 2000 vor Chr. in ihr Maum, das damals nur 23° 53′ betrug. Seit dieser Zeit ist in immerwährender Abnahme begriffen durch eine Reihe 8600 Jahren, so dafs sie im J. 6600 nach Chr. ihr Minimum 22° 54′ erreichen und dann neuerdings durch volle 12700 wachsen wird, bis sie im J. 19300 nach Chr. ihr Mam von 25° 21′ erreicht.

Da von der Schiefe der Ekliptik unsere Jahreszeiten abgen, so gab es wohl Zeiten, und sie werden wieder kom, wo die Temperatur unserer Sommer gröfser war und un Tage länger, unsere Nächte kürzer waren, aber der Unhied wird, da die gröfste Differenz der Schiefe nur sechs beträgt, nie sehr merklich seyn und nach einer grofsen von Jahrhunderten werden die Jahreszeiten sich ebenso mäfsig folgen, als wir dieses in unsern Tagen bemerken. r ewige Frühling aber, den sich Mehrere von jener Abe der Schiefe der Ekliptik versprochen haben, mufs in das t der Träume versetzt werden, da wir ihn auf Erden l ebenso wenig, als den ewigen Frieden mit gutem Grunde rten dürfen.

Bemerken wir noch, dafs es, der bereits erwähnten Unrheit der Massen wegen, besser ist, einstweilen diese Abne der Schiefe nicht sowohl aus der Theorie, als vielmehr den unmittelbaren Beobachtungen abzuleiten. Diese Behtungen sind nämlich seit dem Jahre 1750 bereits so ge, dafs man aus den in jener Epoche angestellten Messunder Schiefe, verbunden mit denen unserer Tage, die Abme derselben mit aller nöthigen Schärfe für alle die Zeiten n kann, die etwa 50 Jahre vor 1750 und ebenso weit 1830, also für nahe 200 Jahre statt haben. Die vorherende Formel zeigt, dafs die Schiefe der Ekliptik für jede t T nach irgend einer Epoche, wenn man blofs die zwei n Potenzen von T beachtet, die Form hat

$$\text{Schiefe der Epoche} - a.T - b.T^2,$$

die Factoren a und b durch die erwähnten Beobachtungen timmt werden können. Indem man so die besten Beobtungen dieser Periode auf das sorgfältigste combinirte, fand für die Schiefe der Ekliptik den Ausdruck

$e = 23^\circ 28' 42'',19 - 0'',483408\, T - 0'',000002723\, T^2$.

wo wieder T die Anzahl Jahre seit 1700 bezeichnet, chen Ausdruck man ohne merklichen Fehler für die Ze 1600 bis 1900 nehmen kann.

Aufser dieser constanten oder doch durch eine Rei vielen Jahrhunderten immer fortgehenden Abnahme der der Ekliptik giebt es endlich noch eine andere periodis der Zeit von nahe 19 Jahren wiederkehrende Aender Ekliptik, die wir oben (Lit. I.) unter der Benennu *Nutation* kennen gelernt haben und die nicht, wi von den Planeten, sondern blofs von der Einwirku Sonne und des Monds auf die Lage der Erdbahn gig ist.

Genaue Beobachtung der Schiefe der Ekli

Da die Bestimmung der wahren Gröfse der Schie Ekliptik durch das ganze Gebiet der Astronomie von de ten Wichtigkeit ist, so mufs auch die Beobachtung de mit besonderer Sorgfalt vorgenommen werden. Wenn m Augenblick des Solstitiums die mittägige Höhe der Sonn obachtet und davon die bekannte Aequatorhöhe abzieht, hält man daraus unmittelbar die gesuchte Schiefe. Ist n z die beobachtete Zenithdistanz des Mittelpuncts der und φ die geographische Breite des Orts, so hat man e= für das Sommer- und $e = z - \varphi$ für das Wintersolstitiu lein dieses setzt erstens die Kenntnifs der Polhöhe φ aus; zweitens hängt diese Bestimmung nur von einer ei Beobachtung ab, die aus verschiedenen Ursachen nich läfslich genug für einen so wichtigen Gegenstand seyn und sie nimmt endlich an, dafs der Augenblick des Sols genau in den Mittag des Beobachtungsortes fällt, was n ten oder nie der Fall seyn wird. Man mufs daher auf denken, sich von diesen Umständen frei zu machen.

Da in der Nähe der Solstitien die mittägige Höhe auch die *Declination* der Sonne, nur sehr langsam si dert, so läfst sich diese Aenderung für ein gegebenes Zei vall durch Rechnung mit grofser Genauigkeit bestimmen. wollen diese Aenderung durch u bezeichnen. Ist näml

Augenblick eines Mittags *in der Nähe des Solstitiums* δ beobachtete Declination der Sonne und α die Rectascen-derselben (welche letztere sich auch entweder durch un-bare Beobachtung am Passageninstrumente oder durch die nomischen Tafeln finden läfst) und nennt man e die schon he bekannte Schiefe der Ekliptik, so hat man die be-e Gleichung

$$\text{Tang.}\,\delta = \text{Tang.}\,e\,.\,\text{Sin.}\,\alpha\,.$$

dieser Gleichung kann man aber einen sehr einfachen und en Werth für die Aenderung $e - \delta = u$ der Declination en, die von dem Augenblick der Beobachtung bis zu dem itte des Solstitiums statt hat. Man findet nämlich für diese ction

$$u = \Theta^2\,\text{Sin.}\,2e - \tfrac{1}{2}\Theta^4\,\text{Sin.}\,4e + \tfrac{1}{3}\Theta^6\,\text{Sin.}\,6e - \ldots,$$

$\Theta = \text{tang.}\,\frac{1}{2}(90^0 - \alpha)$ ist. Mittelst dieser Ausdrücke wird also jede in der Nähe des Solstitiums beobachtete mittä-Zenithdistanz z des Mittelpuncts der Sonne auf die Sol-- Zenithdistanz $z + u$ derselben bringen und daher so Solstitial-Zenithdistanzen erhalten, als man vor und dem Solstitium mittägige Beobachtungen der Sonne hat. sieht leicht, dafs man auf diese Weise zehn, zwanzig mehrere Bestimmungen erhält und dafs man sich durch s Verfahren von den zwei letzten der oben erwähnten theile ganz unabhängig machen kann. Hat man also diese bachtungen zur Zeit des Wintersolstitiums angestellt und st man r die Refraction[1], welche man bei diesen Beob-tungen gebraucht hat, so giebt jeder Tag die gesuchte iefe e der Ekliptik durch die Gleichung

$$e = z + u + r - \varphi,$$

n dieser Gleichung kann man, wenn man, wie hier vorausge-werden mufs, an einem guten Instrumente beobachtet hat, Gröfsen z und u als genau bekannt ansehn, um so mehr, da e Gleichung eigentlich das Mittel aus 10 oder 20 andern lichen ist, in welchem Mittel sich die vielleicht begangenen, nen Beobachtungsfehler gegenseitig gröfstentheils aufheben den. Nicht so ist es aber mit den beiden andern Gröfsen nd φ. Die Refraction ist, besonders in kleinern Höhen,

1 S. Art. *Strahlenbrechung.*

wie sie bei den Wintersolstitien statt haben, noch im nigen Ungewifsheiten unterworfen und die Polhöhe ist mit derjenigen Genauigkeit zu bestimmen, die hier e wird. Wenn man aber nicht nur das Wintersolstitium dern auch das vorhergehende oder folgende Somm tium beobachtet hat, so findet man aus demselben die e' der Ekliptik durch folgende Gleichung:

$$e' = \varphi - z' + u' - r',$$

wo z', u', r' wieder die vorhergehende Bedeutung hat wo φ denselben Werth wie zuvor hat. Auch diese Bestimmung der Schiefe ist, wie man sieht, von φ un hängig und daher denselben Nachtheilen, wie die erst gesetzt. Aber wenn man von diesen beiden Schiefen das arithmetische Mittel $\frac{1}{2}(e + e')$ nimmt, so erhält die gesuchte Schiefe der Ekliptik den Ausdruck

$$\tfrac{1}{2}(z - z') + \tfrac{1}{2}(u + u') + \tfrac{1}{2}(r - r')$$

und dieser ist, wie man sieht, von der Kenntnifs der Po ganz unabhängig und nur noch demjenigen Fehler au welchen man vielleicht in der Bestimmung der Refracti gangen haben kann. Von der so erhaltenen beobachteten wird man dann die oben erwähnte Nutation 9″ Cos. ☊ trahiren, um die gesuchte mittlere Schiefe zu erhalten.

Obschon die Astronomen der neuern Zeit die gröfst falt und die besten Instrumente auf die Beobachtung der der Ekliptik verwendeten, so fanden sie doch keinesw gewünschte Uebereinstimmung der Resultate. Vorzügli fallend, ja unerklarbar erschien ihnen die sonderbare Di der *Sommer-* und *Winterschiefe.* Die Schiefe der E wurde namlich aus den Beobachtungen im Sommer d gröfser als im Winter gefunden, und diese Differenz g den geübtesten und mit den besten Instrumenten v nen Beobachtern, bei Maskelyne auf 5, bei Pia gar auf 8 Secunden und darüber, und zeigte sic stant durch eine Reihe von 15 und mehr Jahren, in v diese Beobachtungen angestellt wurden. Piazzi suc Ursache dieser sonderbaren Erscheinung in den Wirkun Elektricität der Atmosphäre. Andere wollten eine peri Ungleichheit der Nutatiom oder einen unregelmäfsig des Erdkörpers, der von einem Ellipsoid beträchtlich ab

i; als den Grund jener Differenz angeben. Wieder an- glaubten durch eine andere Abnahme der Schiefe, als die ır festgesetzte, das Räthsel lösen zu können. Bürg stellte emselben Zwecke eine ganz andere Tafel der mittleren ction auf, die aber von keinem Astronomen angenommen le. Andere suchten in den Beobachtungen der Astronomen nge hin und wieder, bis sie auch einige Beispiele vom ntheile fanden, wo die Sommerschiefe die kleinere war, ladurch die ganze Erscheinung auf bloſse Beobachtungs- r zurückzuführen, und wieder andere hatten sich von Existenz dieses Unterschiedes, an welcher auch bei einer ternen Ansicht des Gegenstandes nicht weiter zu zweifeln so sehr überzeugt, daſs sie diese isolirte Erscheinung, loſs bei der Neigung der Erdbahn statt hatte, zu einem neinen Phänomen erheben wollten. Wie es dann bei faſsten Meinungen zu gehn pflegt, daſs man, was man ifrig sucht, auch in der That findet, so machten diese Herren die Entdeckung, daſs nicht bloſs bei der , sondern auch bei allen übrigen Planeten die Nei- des nördlichen Theils ihrer Bahnen durchaus gröſser sey, s des südlichen Theiles. Wer kann sagen, welche Hypothe- ioch alle zu Tage gefördert worden wären, wenn nicht Räthsel von einer Seite eine Auflösung erhalten hätte, welcher man dieselbe wohl schon öfter vermuthet, aber diese Vermuthung näher zu untersuchen immer vernach- gt hatte.

Bessel war es, der in der monatlichen Correspondenz später in seinen *Fund. Astron.* zuerst zeigte, daſs die ection der Refraction, die von dem Thermometer abhän- ist, bisher von den Astronomen auf eine unrichtige Art acht worden sey und daſs Tob. Mayer schon lange zu- eine bessere vorgeschlagen habe, die aber sonderbarer se unbeachtet geblieben, ja von einigen sogar für falsch rt worden ist. Bessel nahm nun die ganze Theorie der action nach einem neuen, umfassenden Plane noch einmal und verwendete dabei besondere Sorgfalt auf diese Be- mung der thermometrischen Correction. Als er seine neuen actionstafeln vollendet hatte, wandte er sie auf die Beob- ungen der Schiefe an, die Maskelyne, Piazzi, Oriani, ach und er selbst gemacht hatten, und fand zu seiner nicht

geringen Beruhigung, dafs jene Differenz zwischen de
mer- und Winterschiefen blofs illusorisch ist, dafs si
Natur selbst nicht existirt und endlich dafs sie blofs
lerhaften Correction der Refraction durch das Ther
entstanden ist, wodurch denn auch sofort alle frühe
stellten Hypothesen in ihr Nichts zurückfielen.

Einflufs der Schiefe der Ekliptik auf die J zeiten.

Wenn die Schiefe der Ekliptik nicht existirte od
die Bahn der Erde mit ihrem Aequator zusammenf
würden alle Bewohner der Erde die Sonne immer im
tor sehn, sie würde durch das ganze Jahr genau im O
auf- und im Westpuncte untergehn und jeder Tag
endlich seiner Nacht gleich seyn. Dahin würde
in der That kommen, wenn, nach WHISTON, WEID
LOUVILLE[1], einmal in der Folgezeit diese beiden Ebe
sammenkommen und fortan bei einander bleiben
Dafs dieses aber nie geschehn wird, ist bereits oben
worden.

Nennt man S den halben Tagbogen eines Gestirns
die Hälfte desjenigen Theiles seines *Parallelkreises*[2], d
dem Horizonte eines Beobachters liegt, so hat man beka
wenn φ die Polhöhe des Beobachters und p die Poldist
Gestirns bezeichnet, zur Bestimmung von S die einfach
chung

$$\text{Cos.}\,(180^0 - S) = \frac{\text{Tang.}\,\varphi}{\text{Tang.}\,p}.$$

Ist nun das Gestirn die Sonne, so bezeichnet S die hal
geslänge und die Gleichung zeigt, dafs in der nördlich
misphäre, wo φ positiv angenommen wird, wenn p
als 90^0 ist, S gröfser als 90^0 seyn wird und umgekeh
dafs die Tage länger als die Nächte sind, so lange die
zur Zeit unsers Frühlings und Sommers, über dem A
steht und umgekehrt. Für $p = 90^0$, oder wenn die
am 21sten März und 23sten September im Aequator st

1 In Actis Erud. Lips. 1719. p. 218.
2 S. Art. *Parallelkreise*. Bd. VII. S. 291.

$(180^0 - S) = 0$ oder $S = 90^0$ oder Tag und Nacht sind dann der ganzen Erde einander gleich. Für die Bewohner der südli- Halbkugel, wo φ negativ ist, treten die entgegengesetzten heinungen ein; ihr Tag ist länger, wenn der unsere kürzer oder sie haben Sommer, wenn wir Winter haben, und um- hrt.

Da die Schiefe der Ekliptik $e = 23^\circ\ 28'$ beträgt, so ist Poldistanz p der Sonne immer zwischen den Grenzen $- e = 66^\circ\ 32'$ und $90^\circ + e = 113^\circ\ 28'$ enthalten. Ist $p = \varphi$ oder wird für irgend einen Tag des Jahrs die Pol- nz der Sonne gleich der geographischen Breite eines Ortes der Oberfläche der Erde, so ist $S = 180^\circ$, oder die Sonne an diesem Tage für jenen Ort nicht mehr auf und un- sondern berührt blofs, im Augenblicke ihrer Culmina- den Horizont desselben Ortes. Dieses ist für solche Orte Anfang der Jahreszeit ohne Nacht oder ohne Tag, wo die mehrere Tage über oder unter dem Horizonte bleibt. Bewohner der Erde, für welche die Sonne blofs an ei- einzigen Tag im Jahre nicht auf- oder nicht untergeht, eine nördliche oder südliche Breite, die gleich $90^0 - e$ und sie sind die Bewohner der beiden *Polarkreise.* Die näher bei den Polen wohnen, haben mehrere Tage im , wo ihnen die Sonne nicht auf- oder nicht untergeht, zwar desto mehr, je näher sie selbst dem Pole sind. Die- ind die Bewohner der Polarländer. Die mittägige Höhe h Sonne ist überhaupt

$$h = 180^0 - p - \varphi$$

diese wird daher für jede gegebene Polhöhe φ am gröfs- wenn p am kleinsten oder gleich $90^\circ - e = 66^\circ 32'$ wird. hat man $h = 113^\circ\ 28' - \varphi$, oder h ist desto kleiner, die Sonne steht selbst im Mittage desto niedriger, je er die geographische Breite ist. Für den Polarkreis ist $90^\circ - e = 66^\circ\ 32'$, also $h = 46^\circ 56'$, und für den Pol selbst $= 90^\circ$, also $h = 23^\circ\ 28'$. Für die Bewohner des Pols ist haupt jede Höhe, nicht blofs die mittägige, gleich $90^\circ - p$ die Höhe der Sonne bleibt daselbst durch den ganzen dieselbe, so lange p sich nicht ändert; die Sonne bleibt bar, so lange p kleiner als 90° ist, und sie wird unsicht- wenn p gröfser als 90° ist.

Erscheinungen für eine andere Schiefe der Ekliptik.

Man nennt bekanntlich *heifse Zone* den Theil der Erd-oberfläche, der zwischen den beiden *Wendekreisen* eingeschlossen ist, d. h. zwischen den beiden dem Aequator parallelen Kreisen, die von ihm zu beiden Seiten um den Bogen abstehn. Die beiden *kalten Zonen* erstrecken sich von beiden Polen bis zu den *Polarkreisen*, d. h. zu den beiden dem Aequator parallelen Kreisen, die von den Polen um Bogen e, also auch vom Aequator zu beiden Seiten um den Bogen $90^0 - e$ abstehn. Die zwei noch übrigen Zonen, die zwischen den Wende- und Polarkreisen eingeschlossen sind, heifsen die *gemäfsigten Zonen*. Aus diesen Erklärungen folgt sofort, dafs die Bewohner der heifsen die Sonne jährlich zweimal in ihrem Zenithe haben, die Bewohner der kalten Zonen die Sonne mehrere Tage nicht und mehrere Tage nicht untergehn sehn, und dafs endlich Bewohner der gemäfsigten Zonen die Sonne, die ihnen alle des Jahres auf- und untergeht, nie in ihrem Scheitel sehn. Die heifse Zone erstreckt sich in jeder der beiden Hemisphären von $\varphi = 0$ bis $\varphi = e = 23^0\ 28'$, die gemäfsigte von $\varphi = e$ bis $\varphi = 90^0 - e = 66^0\ 32'$, und die kalte von $\varphi = 90^0 - e$ bis $\varphi = 90^0$.

Ganz anders würden sich alle diese Erscheinungen verhalten, wenn die Schiefe der Ekliptik von der jetzt statt habenden sehr verschieden wäre. Wäre z. B. $e = 0$ oder die Ekliptik mit dem Aequator zusammen, so würde die Poldistanz, also auch die Mittagshöhe der Sonne, durch das ganze Jahr dieselbe bleiben; der Tag würde an allen Orten der Erde immer gleich seiner Nacht seyn und 12 Stunden dauern, die Bewohner des Aequators würden die Sonne Mittags immer in ihrem Zenithe sehn und für die Bewohner des Pols würde sie den ganzen Tag und das ganze Jahr im Horizonte bleiben seyn. Wäre aber die Schiefe der Ekliptik z. B. gleich 45^0, so würde die heifse Zone von $\varphi = 0^0$ bis $\varphi = 45^0$, die beiden kalten würden von $\varphi = 45^0$ bis $\varphi = 90^0$ gehen, daher es, in der obigen Bedeutung des Worts, gar keine gemäfsigte Zone geben könnte. Bei dem Planeten Venus scheint diese Schiefe noch viel gröfser zu seyn, wenn man anders

bachtungen SCHRÖTER's, die er selbst nur als Vermuthun- darstellt, vertrauen darf, da sie gegen 72 Grade betragen . Demnach würde sich die heifse Zone, deren Bewohner lich die Sonne noch in ihrem Scheitel sehn können, zu bei- Seiten des Venus-Aequators auf eine Breite von 72 Gra- erstrecken. Heifst dann wieder die kalte Zone diejenige, welche die Sonne mehrere Tage im Jahre nicht auf- und untergeht, so würde man von dieser 144 Grade breiten Zone die zwei äufsersten Theile, deren jeder eine von 54 Graden hat, auch zugleich zur kalten Zone en müssen. In der Entfernung von 18 Graden von dem und ebenso weit von dem Aequator würde also dieje- Zone von 54° Breite eingeschlossen seyn, deren Be- ner einen Theil des Jahrs hindurch die Sonne gar nicht und sie wieder, in einem andern Theil des Jahres, in Zenithe erblicken. Blofs jene zwei Gegenden um den bis 18 Grade von demselben, ausgenommen werden alle en Theile der Oberfläche der Venus die Sonne zweimal ahre in ihrem Scheitel sehn und selbst für die Bewohner beiden Pole wird sie, im höchsten Sommer, im Mittage noch bis auf 72 Grade über ihren Horizont erheben und dieser Zeit, ihrem längsten Tage, wo sie die Sonne immer , wird sie ihnen selbst um Mitternacht, wo sie am tief- steht, noch in der Höhe von 54 Graden erscheinen, also derselben Höhe, in welcher die Bewohner von Petersburg Sonne im Mittag ihres längsten Tags erblicken. Die von Aequator über 18 Grade entfernten, noch in der heifsen liegenden Bewohner der Venus werden im Gegentheile Zeit des Jahres von den senkrecht auf sie fallenden Son- strahlen verbrannt und zu einer andern Zeit wieder von ihren langen Nächten abgekühlt und alles Sonnenlichtes lich beraubt werden. Die Bewohner dieses Planeten wer- daher mit sehr schroffen Abwechselungen ihrer Jahreszeiten kämpfen haben, die übrigens wenigstens dadurch wieder germafsen gemildert werden, dafs ihre Jahreszeiten nur halb so lange dauern, als die der Erde, da die Umlaufs- der Venus um die Sonne nur 224,7 unserer Tage dauert.

Wenn endlich die Schiefe der Ekliptik 90 Grade beträgt r wenn die Bahn eines Planeten auf dem Aequator des- en senkrecht steht, so würden alle drei Zonen, in der

oder für einen solchen Planeten wird die *Länge* d
auch zugleich die *Declination*[1] seyn. Da auc
Anfang oder das Ende derjenigen Zeit, wo die
nen gegebenen Parallelkreis der Breite φ nicht
untergeht, $p = \varphi$ seyn mufs, so ist auch

$$l = 90^\circ - \varphi.$$

Für $\varphi = 0$ hat man demnach $l = 90^\circ$ oder für
geht die Sonne nicht mehr auf oder nicht unte
Tagen, wo sie in den Solstitien oder wo ihr
90° oder 270° ist. Für $\varphi = 90^\circ$ im Gegenthe
oder für die Pole ist der Anfang jener Zeit dann,
in die Aequinoctien tritt oder wenn ihre Länge
ist, so dafs also hier die Pole ebenfalls ein h
und ein halbes Jahr Nacht haben werden. Für
Ort, dessen Breite φ ist, hat der Anfang und d
Zeit statt, wenn die Sonne die Länge $90^\circ - \varphi$
hat. Dieser Fall hat in unserm Sonnensysteme
neten *Uranus* statt, wenn anders die Beobach
tern Herschel richtig sind, nach welchen d
Satelliten dieses Planeten, also auch wahrschein
seines Aequators, auf der Ebene seiner Bahn
senkrecht stehn sollen. Für diesen, von der S
testen entfernten Planeten wird also der Untersc
mate, der bei uns so grofse und wichtige Folge
ganz aufgehoben seyn, d. h. es wird, in Bezi
Stand der Sonne und auf die Temperatur des B

Oberfläche des Uranus, selbst die beiden Pole nicht ausnommen, die Sonne im Laufe seines langen Jahres (von 84 unserer Jahre) zweimal in seinem Zenithe sieht. Anfange des Frühlings und des Herbstes, wenn man hier diese Worte gebrauchen darf, wird nämlich die Sonne recht über dem Aequator stehn und Tag und Nacht auf ganzen Planeten gleich grofs seyn. Allein nur kurze Zeit dieser Epoche werden selbst die Bewohner in der Nähe Aequators schon einen bedeutenden Unterschied in der ihrer Tage und Nächte bemerken und im Anfange des oder des Winters wird der nördliche oder der süd-Pol die Sonne in seinem Zenithe sehn und die diesen zunächst liegenden Länder werden durch volle 42 un-Jahre immerwährend Tag und ebenso lange wieder eine rbrochene Nacht haben. Durch diese Einrichtung wird der Unterschied der vier Jahreszeiten auf dem Uranus tmögliche seyn, oder mit andern Worten: so wenig Beziehung auf Temperatur, Beleuchtung, Vegetation darauf ankommen wird, ob man nahe bei dem Aequator rn von demselben wohne, so viel wird im Gegentheile ankommen, ob der Süd- oder Nordländer des Uranus Sommer oder Winter hat. Bedenkt man noch, dafs die ner des Uranus, ihrer grofsen Entfernung von der Sonne diese Sonne an Oberfläche nahe 300mal kleiner sehn, und dafs sonach ihr hellstes Tageslicht noch nicht unserer Mondnächte verglichen werden kann, und ndlich die dort herrschende Kälte, sofern sie ihre blofs in dem Mangel der Sonnenstrahlen hat, der Art ird, dafs sie dem Leben und aller Vegetation auf der plötzliches Ende machen müfste, so läfst sich leicht en, dafs die Geschöpfe, welche diesen Planeten bemögen, von denen unserer Erde sehr verschieden seyn

L.

Vulcane.

Feuerberge, feuerspeiende B
Monte ignivomi, Vulcani; Volcans; *Volca*

Der Name Vulcan ist von dem Gotte des Feuers Alten entnommen, denn man setzte die Werkstätte d als die eines Künstlers in Metallarbeiten namentlich n cilien, wo der allgemein bekannte feuerspeiende Be von den Dichtern als seine grofse Schmiede dargestell in welcher zugleich enhaften Cyklopen arbeitete nächst sind demnach gen gröfseren und kleinere welche, wie der Aet in in ihrem Innern statt f Brennen zeigen, zu ulcanen zu rechnen; alle Feuer könnte erlösch d wir müfsten dennoch fo den Berg einen Vul- nennen, weil er sich e solchen gezeigt hat, s dann der Unterschied erloschenen und noch enden von selbst hervorg Begriff, welchen diesen Bergen verbinden, zwar zunächst auf d erungen eines unterirdische allein es sind damit zugleich die Erscheinungen des fens von Rauch, Wasserdampf, Steinen, Asche un verbunden, und wir bezeichnen daher mit demselbe auch solche Orte, an denen Gasarten, Dämpfe, Schlamm u. s. w. von der Erde ausgestofsen werde Rücksicht darauf, ob unterirdisches Feuer einzige o wirkende Ursache dieser Phänomene sey oder nicht. sind einige heifse Quellen und zwar die bedeute entschieden Erzeugnisse eines unterirdischen Feuers, die Untersuchung derselben mit Grunde an die de anreihen kann. Hiernach zerfällt also der vorliegend in folgende Theile:

A. Eigentliche Vulcane;
   a) erloschene,
   b) noch brennende.

B. Uneigentliche Vulcane;
   a) Schlammvulcane;
   b) Gasvulcane.

C. Heifse Quellen.

er alle diese Gegenstände vollständig zu handeln würde eigenes, nicht kleines Werk erfordern, ich beschränke daher auf das Wichtigste und einige Nachweisung der ratur.

A. Eigentliche Vulcane.

a) Erloschene.

Seitdem man in der neueren Zeit die meisten Veränderungen der Erdoberfläche von vulcanischen Thätigkeiten abgeleitet hat, statt dafs man sie früher den Einwirkungen des Wassers zuschrieb, mufste nothwendig das Interesse an den Forschungen in diesem Gebiete ausnehmend vermehrt werden, und die Literatur ist daher mit einigen Hauptwerken bereichert worden, welche sich über die Vulcane im Ganzen verbreiten, unter denen ich hier die von Daubeny[1] und Scrope[2] nennen will. Nach den bereits seit längerer Zeit fortgesetzten Untersuchungen dieser und anderer Gelehrten, unter denen Al. v. Humboldt und L. von Buch vorzugsweise genannt zu werden verdienen, häufen sich täglich die Thatsachen, aus denen hervorgeht, dafs alle gröfsern Bergketten von unten herauf gehoben seyn müssen und dafs die ältere Hypothese, wonach sie aus dem Wasser durch einen grofsartigen Niederschlag gebildet,

1 A Description of active and extinct volcanos cet. By Charles Daubeny. Lond. 1826. 8. A tabular view of volcanic phenomena comprising a list of burning mountains that have been noticed at any time since the commencement of historical records, or which appear to have existed at antecedent periods, together with the dates of antecedent eruptions and of the principal earthquakes connected with them. By Charles Henry Daubeny cet. Lond. 1827. 8.

2 Considerations on volcanos, — the principal causes of their phenomena, — the laws which determine their march, — the disposition of their products, — and their connection with the present state and past history of the globe cet. By G. Poulett Scrope, Lond. 1825. Ein grofses Werk über diesen Gegenstand, reich an Thatsachen zum grofsen Theile nach eigenen Beobachtungen, mit schönen Kupfern und Charten ist: Théorie des Volcans. Par le Comte A. de Bylandt Palstercamp. Par. 1835. 8. III T. 8. mit Atlas. Es ist jedoch zu vieles nicht zunächst zur Sache Gehöriges in diesem Werke enthalten. und die Theorie dürfte in vielen Puncten mit anerkannten physikalischen Principien unvereinbar seyn.

die Thäler aber allmälig ausgewaschen seyn sollten, de
scheinungen nicht angepaſst werden kann. Sofern man
als begründet betrachten darf, würde dann weiter folge
alle gröſsere Gebirgszüge, denen die offenbar angesch
ten, durch bloſse Einwirkung des Wassers gebildeten, a
Weise beizuzählen sind, den erloschenen Vulcanen an
wären. Inzwischen pflegt man den Begriff nicht so w
zudehnen, und wenn gleich Gründe vorhanden sind, a
men, daſs selbst die älteren Felsarten, als Granit,
Gneis und andere, aus einer feurig flüssigen Masse
oder unter Einwirkung plutonischer Kräfte in ihre jetzi
gebracht worden sind, so rechnet man sie dennoch nich
ausgebrannten Vulcanen, sondern versteht unter diesen b
che Berge, deren Felsarten in einem kenntlichen, m
minder vollständigen feurigen Flusse gewesen seyn
als vor allen die Basalte, die Trachyte und die sonsti
den Geognosten so genannten vulcanischen Gebilde, w
um so mehr berechtigt ist, je gröſsere, mitunter hö
fallende Aehnlichkeit die aus ihnen bestehenden Ge
gegenwärtig noch brennenden Vulcanen haben und
reichere Spuren einer Einwirkung des Feuers sich
und ihren Umgebungen zeigen. Hierhin gehören vorz
die Basalte nebst den Doleriten, und das genauere
dieser und der übrigen Felsarten, wovon die Resulta
v. Leonhard [1] in einem ebenso umfassenden als grü
Werke zusammengestellt worden sind, hat der neueren geo
Theorie eine feste Grundlage verschafft. Hiernach
also alle Gebirge, die aus Basalt, Dolerit, Trachyt u
lichen, durch Feuer erzeugten oder umgewandelten,
bestehn, auſser denen, wo sich eigentliche Lava z
vulcanischen Ursprungs, und man müſste sie daher in
zu den ausgebrannten Vulcanen zählen, wenn es nic
scheinlich wäre, daſs jene genannten Felsarten zuw
durch die äuſserste Erdkruste emporgequollen sind, v
lerdings das Feuer alleinige oder mitwirkende Ursach
sen seyn muſs, ohne daſs jedoch dasselbe auf de

1 Die Basaltgebilde in ihren Beziehungen zu normalen
normen Felsmassen. Von Karl Caesar v. Leonhard. 2. Abt
nem Atlas. Stuttg. 1832.

berfläche sichtbar zum Vorschein kam. Hieraus ergiebt also, dafs es gegenwärtig, nachdem das Aeufsere solcher rge seit Jahrhunderten und Jahrtausenden verändert ist, ierig seyn mufs, zu entscheiden, ob sie den erlosche- Vulcanen beizuzählen sind, eine Frage, deren Beantnng selbst in Beziehung auf die geologischen Forschunzum Glück nicht in vorzüglichem Grade wichtig ist.

Abstrahiren wir also von den namentlich aus Urgebirgs- bestehenden Bergketten, obgleich auch diese durch pluche Kräfte gebildet und gehoben seyn mögen, so bleiben diejenigen Berge als der Classe der vulcanischen angend übrig, bei denen feurig flüssige oder mindestens erhte Massen aus dem Innern der Erde emporgetrieben wur- Man unterscheidet hierbei sachgemäfs solche Erhebun- die ihre Entstehung aufgehäuften Substanzen verdanken, solche noch jetzt als Lava, Steine, Asche u. s. w. aus Kratern brennender Vulcane ausgeworfen werden, von n, die durch ein Emporquellen einer heifsen, anschei- zähen Masse aus dem Innern des Erdballs ihren Urg erhalten haben, wie denn namentlich die Basalte und rite noch jetzt kenntlich die weiten Canäle ausfüllen, in n sie früher emporgestiegen zu seyn scheinen, indem sie über ihnen befindliche Kruste hoben, durchbrachen, die rch entstandenen Räume ausfüllten und sich über diese dlage erhoben oder auch wohl seitwärts abfliefsend sie deckten. Auf solche Weise erklären die neueren Geoloden Ursprung der genannten Felsgebilde, welche früheren strophen unserer Erdkruste zugehören, deren Entstehung ch nicht mehr so, wie die der eigentlichen Feuerberge, rend der geschichtlichen Zeit beobachtet wurde. Dabei edoch wohl zu berücksichtigen, dafs an vielen Orten, nalich in der Auvergne, neben Basalten auch eigentliche en gefunden werden, wonach also beide Arten von Phäenen keineswegs getrennt waren, sondern neben einander nden.

Venn sonach der viel bestrittene Ursprung der neuerdings nannten vulcanischen Felsarten, als der Basalte, Dolerite, yte und anderer, nicht wohl ferner zweifelhaft seyn kann, auch namentlich daraus hervorgeht, dafs die chemischen

Analysen, z. B. von KENNEDY[1], in den Basalten mit unbedeutenden und leicht erklärlichen Unterschieden die nämlichen Bestandtheile, als in neueren Laven, nachgewiesen haben, so geht aus der allgemeinen Verbreitung der basaltischen Gebilde über alle Theile der vom Meere nicht bedeckten Erdoberfläche unverkennbar hervor, daſs die äuſsere Erdrinde durch die eigenthümliche Art vulcanischer Berge einen bedeutenden Theil ihrer gegenwärtigen Gestaltung erhalten hat. Hiervon überzeugt man sich leicht, sobald man nur die zahllose Menge der basaltischen Gebilde sich vorstellt, die der Geognost bei seinen Untersuchungen in allen Welttheilen antrifft, worüber bereits oben das Nöthige mitgetheilt wurde[2].

Wenden wir uns zur Betrachtung der eigentlichen vulcanischen Gebirge, das heiſst solcher, bei denen man noch Spuren eines früheren Kraters und ganz eigentliche, den jetzt ausgeworfenen vollkommen gleiche Laven findet, so ist es schwer, diese von den basaltischen scharf zu sondern, da in der That der Unterschied zwischen diesen beiden Classen nicht leicht bestimmbar ist; noch weit schwieriger aber läſst sich bei einer groſsen Zahl vulcanischer Berge mit Bestimmtheit angeben, ob sie den erloschenen oder den noch thätigen beizuzählen sind[3]. Manche derselben entwickeln, ohne eigentliche Eruptionsphänomene, fortdauernd schwefel- und salmiakhaltige Dünste und zeigen dadurch, daſs feurige Kräfte in ihrem Innern thätig sind, andere bleiben Jahrhunderte lang unthätig, ihre Krater werden mit Dammerde bedeckt und mit Waldungen überkleidet und geben dennoch später unerwartet das Schauspiel meistens sehr furchtbarer Ausbrüche. Das auffallendste Beispiel dieser Art hat eben der Vesuv gegeben, über welchen aus den ältesten Zeiten und während der ganzen Dauer der römischen Republik keine Nachrichten, ja selbst keine Sagen früherer Eruptionsphänomene vorhanden sind, ja dessen Gipfel sogar mit den üppigsten Weinreben bedeckt war, obgleich die den Römern bemerklich gewordenen vulcanischen Felsarten frühere Ausbrüche des Berges beurkundeten, die einer uralten, vielleicht vorgeschichtlichen

1 Trans. of the Roy. Soc. of Edinb. T. V. p. 76.
2 S. Art. *Erde*. Bd. III. S. 1096.
3 Vergl. v. HUMBOLDT in Poggendorff's Ann. XLIV. 20

de angehören[1]. Ebenso hatte man bereits aufgehört, den Morfelberg auf St. Vincent für einen Vulcan zu halten, als plötzlicher furchtbarer Ausbruch desselben im Jahre 1812 eigentliche Beschaffenheit nur zu klar an den Tag legte. erhaupt ist bekannt, dafs nur wenige Vulcane, und zwar le die kleinsten, die man daher als noch in der Periode Entstehens begriffen ansehn könnte, ohne Unterbrechung thätig zeigen, statt dafs die gröfseren nur periodische, zum durch lange Zwischenräume unterbrochene, dann aber st furchtbare Eruptionen beobachten lassen. Indem aber ndem an Orten, die nicht eben durch Bergketten ausgezeichnet waren, und sogar im Meere während der geschichtlichen Zeit neue Vulcane entstanden sind, so kann von keiner Gegend der Erde mit Bestimmtheit versichert werden, dafs den Gefahren vulcanischer Actionen gar nicht möglicher ausgesetzt seyn könne, wie denn auch die mit den Feuer- innigst verwandten stärkeren oder schwächeren Erderschütterungen wohl nicht leicht irgend einen Punct der Erde verschonen. Auf der anderen Seite folgt hieraus zu-, dafs ein thätiger Vulcan, sobald er aufhört, die ben Substanzen auszuwerfen, für immer oder für eine so Zeit zu ruhen anfangen kann, dafs er hiernach den ernen Vulcanen beigezählt werden müfste, und es läfst sich auch in dieser Beziehung keine ganz scharfe Grenze chen thätigen und erloschenen Vulcanen ziehn. Dieser rgang beider Arten vulcanischer Gebirge in einander ist in wissenschaftlicher Hinsicht nicht sehr bedeutend, sie gehören dem Wesen nach zu der nämlichen Classe, hinsichtlich der Bezeichnung rechnet man diejenigen zu erloschenen, bei denen sich die Eruptionsphänomene nicht zeigen, ohne damit bestimmen zu wollen, dafs sie nicht längerer Zeit wieder thätig werden können. Es wird sachgemäfs seyn, bei der Aufzählung einiger der wichtigen Gruppen ausgebrannter und seit der ganzen geschichtlichen Zeit ruhender Vulcane diejenigen Nachrichten zu prüfen, die sich über ihre frühere Thätigkeit auffinden lassen,

1. Strabo Geogr. L. V. 247. beschreibt den Krater des Berges, dortigen Laven und Asche als Producte feuriger Processe, ohne Eruptionsphänomene zu gedenken.

und ebenso bei den noch thätigen die Zeit aufzusuchen, in welcher ihre Ausbrüche begonnen oder bereits aufgehört haben.

Eine ausgezeichnet vulcanische Gegend mit vielen Basalten, Trachyten und sonstigen lavaartigen Gesteinen ist der Niederrhein, die Eifel und insbesondere der Lacher See, welcher ganz das Ansehn eines früheren Kraters hat. Hamilton[1] erwähnte schon früher die große Aehnlichkeit der dortigen Gebirge mit noch jetzt thätigen Vulcanen, später aber ist die interessante Gegend von vielen Geognosten näher untersucht und insbesondere durch Nöggerath[2], van der Wyck[3] und Steininger[4] genau beschrieben worden; auch haben Poulett Scrope[5] und Hibbert[6] derselben eine nähere Aufmerksamkeit zugewandt. Bei der auffallenden Vulcaneität dieser ganzen Gegend wollten Viele eine Nachricht des Tacitus[7] von einem dort beobachteten Brande der Erde als ein Zeugniß betrachten, daß zu jenen Zeiten noch wirkliche Ausbrüche statt gefunden hätten, allein Nöggerath[8] beweist aus überwiegenden Gründen das Gegentheil, und Jameson[9] glaubt, daß an der erwähnten Stelle von brennender Heide unweit Cöln die Rede sey. Noch reicher an erloschenen Vulcanen, als die Gegend am Niederrhein, ist die Auvergne mit ihren Umgebungen,

1 Philos. Trans. T. LXVIII. p. 1. Neuere Betrachtungen über die Vulcane Italiens und am Rhein u. s. w. Von Sir Wilhelm Hamilton. Frankf. 1784.

2 Gebirge in Rheinland-Westphalen.

3 Uebersicht der rheinischen Eifeler erloschenen Vulcane. 1836.

4 Geognostische Studien am Mittelrhein. Mainz 1819. Die erloschenen Vulcane der Eifel. Ebend. 1820. Neuere Beiträge zur Geschichte der rhein. Vulcane. Ebend. 1821. Bemerkungen über die Eifel und die Auvergne. Ebend. 1824.

5 In seinem oben angezeigten Werke und dessen Memoir on the geology of central France. Lond. 1827. 4. mit Atlas. Vergl. Edinb. Phil. Journ. N. VI. p. 359. N. VII. p. 89. N. VIII. p. 300. Edinb. New Phil. Journ. N. VI. p. 402. Edinb. Journ. of Science N. 145. N. XIV. p. 362.

6 Ueber das vulcan. Becken von Rieden. In Edinb. Journ. of Sc. N. S. N. XI. p. 108.

7 Ann. L. XIII. cap. 17.

8 Gebirge in Rheinland-Westphalen. Th. III. S. 59. 225.

9 Edinb. New Phil. Journ. N. I. p. 192.

ONHARD[1] glaubt, dafs nicht leicht ein Theil der Erde den werde, wo feurige Kräfte Jahrhunderte hindurch so ige Umwälzungen herbeigeführt haben und wo auffal- e Spuren grofsartiger vulcanischer Erscheinungen sichtbar als in jenen Provinzen[2]. Die noch sehr frisch aussehen- asaltischen Laven, namentlich von Royat bei Clermont, en es über allen Zweifel zu erheben, dafs die dortigen ischen Kegel, die gegenwärtig ohne Widerrede zu den enen gehören, noch in der geschichtlichen Zeit thä- wesen seyn müssen und kaum möglicherweise wäh- nahe zweitausend Jahren geruht haben können; den- aber läfst uns die Geschichte ganz ohne alle Nach- über irgend welche dort wahrgenommene Ausbrü- Allerdings gewahrt man in den basaltischen Gebirgen, ir Vulcanenkette des Puy de Dome gehören, neben La- men noch eigentliche Krater, und v. LEONHARD[3] sah em Puy de la Vache so frisch aussehende Schlacken, ie erst vor wenigen Jahren ausgeworfen zu seyn schie- auch erwähnt SIDONIUS APOLLINARIS[4], Bischof von Cler- ein auf der Erde hinschleichendes und diese verzehren- euer in Velay und Vivarais, welches er ein schreckli- Uebel nennt, als die Verheerungen durch die damals ig hereinbrechenden Barbaren. Inzwischen sind diese ichten, so wie die des Erzbischofs AVITUS von Vienne, bestimmt; das gänzliche Stillschweigen CÄSAR's, wel- sich lange Zeit in jenen Gegenden aufhielt, so wie das üheren und späteren römischen Schriftsteller über Phä- ne, die doch unmöglich der allgemeinen Aufmerksamkeit hn konnten, wenn sie wirklich statt gefunden hätten, be- dagegen unwidersprechlich, dafs jene Erzeugnisse eines irdischen Feuers nothwendig aus der vorgeschichtlichen herstammen müssen. In der nachfolgenden Zeit ist aber urige Ausbrüche in jenen Gegenden gar nicht zu denken,

---

Ueber die Basalte. Th. II. S. 138.
Recherches sur les Volcans éteints du Vivarais et du Velay, un discours sur les Volcans brûlans cet. Par M. FAUJAS DE St. Paris 1778. fol. Mit 20 Ktfln.
A. a. O. Vergl. Th. I. S. 335.
Hist. de l'Acad. 1752. p. 8. Vergl. Edinb. Journ. of Sc. N. S. p. 187.

da man die Vulcaneität derselben kaum beachtete, ind mehr Guettard[1] und Desmarest[2] zuerst jene bas Berge für erloschene Vulcane erkannten[3]. Es ist so zweifelhaft, ob zur Zeit der letzten Ausbrüche jener die Gegend schon von Menschen bewohnt war, d will zwar allerdings Bruchstücke von Geräthschaften arbeitete Materialien unter der Asche und der Lava gefunden haben[4], allein diese können auch später zu hin gekommen seyn, und v. Leonhard[5] hält es ausgemacht, dafs die letzten Katastrophen jener Gege ner vorgeschichtlichen Periode angehören.

Auf dem südöstlichen Abhange der Pyrenäen it nien, namentlich in der Umgegend von Olot, findet ausgedehnte Gruppe ausgebrannter Vulcane[6] mit ke Kratern, z. B. der Montsacopa, Montolivet, Puig de fimada, Get Sainte-Marguerite, Cot de la Crusca un wo sich kenntliche Lavaströme und Aufhäufungen vo Asche zeigen, und bei diesen scheinen noch die letzt einer früheren Thätigkeit wirklich beobachtet worden Aus den ältesten Zeiten sind keine historischen Uebe gen vorhanden, aber Ferreras[7] erzählt, dafs bei d beben im Dec. 1395 zwei Brunnen zu Alcira stinken ser von aschgrauer Farbe gaben, und nach Juan de M öffneten sich bei dieser Gelegenheit zwei Schlünde, a

1 Mém. de l'Acad. de Par. 1752. p. 1. 27. Montet eb p. 466.

2 Ebend. 1771. p. 23. 1777. p. 39.

3 Vergl. Ramond in Mém. de l'Inst. T. XIV. p. 44. D in Journ. de Phys. T. LXXXVIII. p. 432. L. v. Buch in T. XX. p. 305.

4 Aulagnier Aperçu sur la géologie du Dép. de la Puy 1823. p. 5.

5 Ueber die Basalte. Th. II. S. 143.

6 Beschrieben durch Debilly in Ann. des Mines. 2me S p. 181. Vergl. Pourret in Férussac Bullet. 1824. N. 10. p. 14 sind sie beschrieben worden durch Maclure in Journ. de Phys. p. 219., später durch Palassou in Nouveaux Mém. pour servi toire des Pyrenées. Par. 1823. p. 91. Daselbst befinden s die Beobachtungen des Abbé Pourret.

7 Historie von Spanien. Ueb. von Baumgarten. Th. VI.

8 Historia general de España. T. VII. p. 262.

geschleudert wurden, während aus einer andern Vertiefung ... gefärbtes, einen starken übeln Geruch verbreitendes ... strömte, welches die Fische in einem Flusse tödtete. ... einer alten Urkunde auf dem Rathhause zu Olot, wie ...[1] erzählt, öffneten sich 1420 zur Nachtzeit drei ...chlünde im Walde von Tosca unfern Olot, erloschen aber ... wieder. Hierzu kommt noch, dafs das jetzige Olot ...den Trümmern der früheren Stadt erbaut ist. Dennoch ... glaubt v. Leonhard[2], welcher jene Nachrichten genau ... hat, dafs diese Phänomene zur Kategorie der Luft- ... Schlammvulcane gehören, ähnlich denjenigen Erzeugnis- ... die früher und später in andern Provinzen Spaniens, na- ...lich in Murcia im J. 1829, statt fanden[3]; allein auch diese ...mit eigentlichen vulcanischen Ausbrüchen nahe verwandt, ...namentlich pflegen Trübungen der Brunnen und Exhala- ... stinkender Gasarten meistens damit verbunden zu seyn. ... erloschener Vulcane sollen sich nach Dolomieu in der ...chen Bergkette bis nach Portugal hin verlaufen, auch ... sich in letzterem Königreiche selbst mehrere, nament- ... der Umgegend von Lissabon, doch lassen sich nirgends ...liche Krater wahrnehmen[4].

Uebergehn wir die Insel Island, welche überall mit vul- ...chen Bergen übersäet ist, wovon jedoch die meisten noch ... fortwährend toben, die vielen vulcanischen Producte auf ... Farö-Inseln, den Hebriden, den schettländischen Inseln, ... den Küsten von Grofsbritannien und Irland, so wie auf ... Insel Elba, wo sich jedoch keine eigentlichen erloschenen ... finden[5], so bietet insbesondere Italien neben dem noch ...enden Vesuv an vielen Orten Solfataren und Spuren er- ...ener Vulcane dar, wie Spallanzani[6] und hauptsächlich ...is[7] namentlich im Veronesischen, Vicentinisehen und Pa-

1 Ann. des Mines 2me Sér. T. IV. p. 186.
2 Ueber Basalte. Th. II. S. 148.
3 Gutierrez in Journ. de Géologie par Boué. T. II. p. 21.
4 S. Vandell in Memor. da Acad. Real das Sc. de Lisboa. T. I. 80.
5 Lichtenberg's Magaz. Th. VIII. St. IV. S. 44.
6 Reisen in beide Sicilien. Leipz. 1795.
7 Beschreibung des Thales Ronca im Veronesischen. Heidelb.

gegebene Weise vereinigen, so kann es nicht schwer
Thatsachen in hinlänglicher Menge aufzufinden, die sich
solchen willkürlichen Systeme fügen, was sich jedoch i
sen nicht consequent durchführen läfst. Ebenso weni
gründet, dafs sich in Mitten grofser Gruppen ausge
Vulcane stets ein noch thätiger finde, wie namentlich
wähnten Beispiele der rheinischen, der im südlicher
reich und in Spanien beweisen, dagegen läfst sich ni
kennen, dafs sowohl die erloschenen, als auch die n
tigen Vulcane nur selten isolirt stehn, sondern me
zahlreichen Gruppen vereinigt sind, worüber später n
ter die Rede seyn wird.

b) Noch thätige Vulcane.

Es ist bereits erwähnt worden, dafs es schwer sey, ein
Grenze zwischen erloschenen und thätigen Vulcanen z
weil manche selbst Jahrhunderte lang zu ruhn schei
dennoch plötzlich wieder zu toben beginnen. Aufserd
den von den Reisenden nicht selten die von ihnen g
Vulcane ohne nähere Bestimmung, ob sie thätige o
sehene sind, erwähnt, manche solche Berge werden
Beobachtern ruhend gesehn, ohne dafs zur Zeit gerad
aus ihnen aufsteigt oder dieser wahrgenommen wi
diese Hindernisse genauer Bestimmungen müssen wo
gen werden, wenn es sich um eine Aufzählung säm
jetzt noch thätiger Vulcane handelt. Eben darum s
die hierüber bestehenden Angaben so aufserordentl
schieden. Werner[1] setzte ihre Zahl auf 193 un
viele giebt Reuss[2] an; nach v. Leonhard[3] beträgt
wovon 15 auf Europa, 62 auf Asien, 10 auf Africa,
America und 6 auf Australien kommen. Nach Arago[4]
ihre Zahl 163, und hiervon giebt es

---

1 Biblioth. univ. T. I. p. 156.

2 Lehrbuch der Geognosie. Th. I. S. 395.

3 Propädeutik der Mineralogie u. s. w. S. 151.

4 Annals of Philos. 1824. April. p. 213. Aus dem Annuai
1824.

in Europa	Continent	1	Inseln	11	Total	12
- Africa	—	0	—	6	—	6
- America	—	58	—	3	—	61
- Asien	—	8	—	24	—	32
- Ocean	—	0	—	52	—	52
Summe	—	67	—	96	—	163

gemacht ist, dafs eine weit gröfsere Zahl herauskommt, o man blofs nach Namen sucht; allein sicher kommen nter dieselben Berge unter verschiedenen Benennungen vor, t zu rechnen, dafs manche genannte wirklich nicht mehr ig sind. Ebenso wenig aber läfst sich verkennen, dafs ge- viele Vulcane auf kleineren Inseln in den grofsen Ocea- bisher nicht gesehn, nicht beachtet oder nicht bekannt acht wurden. Mit Rücksicht auf diese Beschränkung läfst folgende Uebersicht der noch jetzt thätigen bekannten ane aufstellen.

I. Europa.

Der *Vesuv*[1], als einziger noch brennender Vulcan auf europäischen Continente, ist wohl unter allen der be- nteste und am meisten beobachtet. Obgleich der Berg selbst die Umgegend sichtbare Spuren früherer Eruptionen zeigt die dortigen, jetzt verschütteten, altrömischen Ortschaften vulcanischen Felsarten und über eben solchen erbaut l, so schien doch der Berg in seiner üppigen Vegetation ig zu ruhn, als im Jahre 79 n. Chr. ein plötzlicher Aus- ch desselben erfolgte, welcher die Städte Herculanum, Pom- und Stabiä nebst vielen einzelnen Häusern und Villen un- Asche und Lavaströmen begrub[2]. Seitdem scheint er ohne liche Unterbrechung nie aufgehört zu haben, mindestens ch auszustofsen, oft aber hat er furchtbar getobt, wie in Jahren 512, 1631, 1737, 1760, 1779, hauptsächlich 4, 1804, 1816, 1819, 1822, 1828, 1834, und eben jetzt

1 Vergl. v. Przystanowski über den Ursprung der Vulcane in ien. 1822. 8. Sehr ausführlich handelt über die vulcanische Gruppe er Sicilien Bylandt Palstercamp in: Théorie des Volcans. T. III.

2 Plinius Ep. VI. 16. 20. Im Jahre 1738 kaufte König Carl den und liefs die Ausgrabungen beginnen.

(im Anfange des Jahres 1839) geben öffentliche Blät richt von einem grofsartigen Auswurfe von Rauch Steinen und Lavaströmen. Am bekanntesten und d MILTON[1] nach eigener Ansicht am genauesten besch der Ausbruch von 1794. Diesem gingen einige he stöfse voraus und das starke Sinken des Wassers in nen der Umgegend, so dafs die Seile verlängert wei ten, verkündigte in voraus die bevorstehende Katast aufsteigende Rauchwolke war nach HAMILTON so g der Berg unter derselben einem Maulwurfshaufen man schätzte ihre Höhe auf 1,25 engl. Meile; sie w auch noch jüngsthin beobachtet worden ist, von B Feuerkugeln durchfurcht (die man neuerdings fälsch schnuppen genannt hat), und aus der unermefslich des aufgestiegenen Wasserdampfes bildeten sich Ge ren eins in St. Jorio am Fufse des Berges einschlu der feinen Asche, die durch den Wind wie eine Rauchwolke fortgetrieben wurde, brachen in Somn cher und viele Bäume, auch wurde sie, so wie Menge des erzeugten Wasserdampfes, auf 250 it weit bis Tarent fortgetrieben, wo sich gleichfalls Gewitter bildete. Der gröfste Lavastrom, welcher

1 Phil. Trans. 1795. p. 73. Im Auszuge in G. V. 4 Memoria sull' Eruzione del Vesuvio accaduta la sera del 1794. Di SCIPIONE BREISLAK e D'ANTONIO WINSPEARE. Na M. A. D'ONOFRIO ausführlicher Bericht u. s. w. Dresd. 179 tenberg Mag. Th. I. S. 114. G. V. 408. u. v. a. Aeltere B gen findet man in PARAGALLO Istoria naturale del Monte Ve 1705. Istoria dell' Incendio del Vesuvio del 1737. Di SERAO. DU PERRON DE CASTERO Histoire du Mont Vesuv l'Ital. Paris 1741. P. DELLA TORRE Storia e fenomeni d Nap. 1755. 4. Franz. Ueb. Naples 1776. 8. Deutsche Altenb. 1783. 8. F. KNOLL Wunder der feuerspeienden B 1784. 8. Vermischte Beiträge zur physikalischen Erdbe Brand. 1774. 8. Th. I. Beschreibung des Ausbruches vo DUCHANOY in Journ. de Phys. 1780. Uebers. in Leipz. Phys. u. Naturg. Th. II. S. 541. MERCATI Raconto istorico del Vesuvio. Nap. 1753. 4. GAETANO de BOTTIS Ragionamen dell' Incendio del Vesuvio. Nap. 1768. 4. und 1779. 4. C tera critica filosofica sulla Vesuviana eruzione accaduta 1767. Catania 1768. Phil. Trans. 1730. N. 424. 1733. u. 17 1751. Th. XLVII. XLIX. LII. u. s. w.



n zerstörte, war bei dieser Stadt 40 Fuſs hoch, eine Meile breit, und ergoſs sich 1204 Fuſs breit bis 625 weit ins Meer, bildete ein neues Vorgebirge und war zwei Tagen noch so heiſs, daſs das Seewasser ins Sie- kam und das Pech an den Schiffen in 300 Fuſs Entfer- schmolz. Merkwürdig dabei war, daſs von den 18000 ohnern der zerstörten Stadt nur 15 das Leben verloren, ich viele erst am folgenden Tage über die im Innern rothglühende Lava aus den oberen Stockwerken gerettet en und die Weiber verbrennliche Sachen, sogar Schieſs- r über diese forttrugen. In einem durch den Lavastrom überschwemmten Kloster kannten die Nonnen die dro- e Gefahr so wenig, daſs sie aus ihren Zellen die Hände eckten und sich an der Farbe und Wärme der Lava ten, bis sie mit groſser Mühe dem unvermeidlichen Un- nge entzogen wurden. Ein späterer Ausbruch 1805 zeich- sich vorzüglich durch die enorme Menge der ausgewor- Asche aus[1], die auch im Jahre 1822 so groſs war, daſs ch an einigen Stellen bis 6 Fuſs Höhe anhäufte[2]. Bei m letztern Ausbruche, bemerkt v. Leonhard[3], wurde andern eine groſse Masse ausgeschleudert, die nach ier vorherrschend aus salzsaurem Natron bestand, auſser- aber salzsaures Kali, schwefelsauren Kalk, schwefelsau- Natron, Kiesel, Thon, Kalk und Eisenoxyd enthielt. Fer- warf der Krater kleine Stücke von Leucit-Augit-Lava die stellenweise vollkommen in glasigen Obsidian umge- elt waren[4].

Der Vesuv steht als vulcanischer Kegel von 2200 Fuſs

---

1 Journ. de Phys. T. LXI. p. 225.
2 Storia dei fenomeni del Vesuvio avvenuti negli anni 1821, e parte del 1823 con osservazioni e sperimenti di T. Monticelli Covelli ect. Napoli, Febbraio 1823. 4., übers. von Nöggerath u. Elberf. 1824. 8.
3 Grundzüge der Geologie u. Geognosie. Heidelb. 1831. 8. p. 39.
4 Der vorletzte Ausbruch im J. 1834 ist im Einzelnen genau be- ben durch Monticelli, s. Daubeny in Phil. Trans. 1835. p. 153., usbruch von 1828, welcher auf die fast ununterbrochene Ruhe 822 folgte, durch Donati in Journ. of the Roy. Inst. N. II. p. Ueber den Ausbruch von 1832 und die dabei erzeugten Producte ioth. univ. 1833. p. 350.

Höhe auf einer Ebene[1], die nach der neueren A
Geognosten, wie er selbst, durch unterirdische I
hoben zu seyn scheint, aufser sofern er seine Bi
Ueberfliefsen und den Anhäufungen der Laven un
vulcanischer Felsarten verdankt. Das Ganze besteh
Hälften, dem eigentlichen *Vesuv* und dem *Monte*
welcher letztere Berg als ein Theil der Wand des I
dem furchtbaren Ausbruche im J. 79 betrachtet wi
Jahre 1776 bestimmte Shuckburgh die Höhe zu
de Saussure 1773 zu 3654 Fufs, v. Humboldt,
und Gay-Lussac fanden 1805 den nördlichen Ber
genau so, wie de Saussure, den südlichen aber 4
driger; auch soll er bei dem Ausbruche 1794 durc
stürzenden Gipfel um 188 Fufs niedriger geworden
jedem heftigen Ausbruche, daher auch bei dem neu
die Höhe der verschiedenen Seiten der Kraterwandu
vermehrt, theils vermindert, so dafs hiernach der I
der Höhen der verschiedenen Seiten und die abs
der höchsten Spitzen nicht mit völliger Schärfe I
sind[3]. Die Weite des Kraters wird zu 1620 Fufs
inzwischen besteht die ganze obere Mündung den
Beschreibungen[4] nach, die ganz oder selbst nur i
hier aufzunehmen nicht zweckmäfsig seyn würde,
schiedenen Anhäufungen von Lava, Asche und Ste
stehenden Zacken und schroffen Spitzen mit meh
Theil sehr tiefen Schlünden, aus deren einigen
und erstickende Gasarten aufsteigen, während an
die emporgehobenen vulcanischen Erzeugnisse verst

Mit dem Vesuv scheint die *Solfatara* von P
Verbindung zu stehn, wovon schon im Homer di
und die den Alten unter den Namen *Forum Vulca*

1 v. Humboldt fand 1822 durch barometrische Me
die Spitze del Palo 1341 Fufs über der Ebene erhaben
Reisenden ihre Pferde lassen. S. Journ. of the Roy. I
p. 236.

2 Vergl. J. M. de la Torre Geschichte der Naturbe
des Vesuvs. Altenb. 1783. mit K. Edinb. Journ. of Sc.
p. 190.

3 Vergl. Earl of Minto in Edinb. Journ. of Sc. N. X

4 Vergl. Edinb. Journ. of Sc. XIII. p. 11.

gaei bekannt war, ein etwas erhöhtes Feld von etwa Fuſs Länge und 900 F. Breite, mit weiſser, lockerer bedeckt[1], aus welcher stets Schwefel sublimirt wird, den schon zur Zeit der Römer aus dem Boden und den Wanen sammelte[2]. Wenn der Vesuv ruht, so steigt der efel mit Rauch aus der Solfatara empor, aber dieses hört wenn jener Vulcan tobt. Der See *Agnano* scheint ein chner Krater zu seyn, der benachbarte Berg *Asturi* und *Monte Pausilippo* haben ganz das Ansehn vulcanischer e. Der *Monte Nuovo*, ein Berg von 2000 Fuſs Höhe, nd durch einen vulcanischen Ausbruch am 29. Septem- 1538 mitten im Lucrinischen See, und der benachbarte *te Barbaro* oder *Gauro* hat ganz das Ansehn eines Vul- . Der trachytische Berg *Monte Epomeo* auf der Insel a, 2365 Fuſs hoch, hatte nach Julius Obsequens einen ruch 91 Jahre v. C. G., wobei der mächtige Lavastrom, genannt, ergossen wurde[3]. Nach v. Leonhard ist dieungeachtet seiner jetzigen Ruhe, dennoch der Hauptsitz dortigen vulcanischen Gruppe, denn im J. 1828 schien heftige Getöse bei dem Erdbeben auf jener Insel aus den en desselben hervorzugehn. Die liparischen Inseln *Li-*, *Salina*, *Felicuda*, *Stromboli*, *Volcano* u. a. sind eine ppe vulcanischer Kegel, unter denen der Stromboli von F. Höhe der Hauptvulcan dieser Gruppe zu seyn scheint[4], eine Gasexhalationen nie aufhören. Die Insel Volcano ht einem vulcanischen Krater von 2400 F. Höhe, dessen brüche in den Jahren 1444, 1693, 1731, 1739, 1747 1771 am bekanntesten sind. Ein Theil der Insel, *Vol-*

---

1 Fougeroux de Bondaroy in Mém. de Paris. 1765. Uebers. in al. Belust. Leipz. 1770. Th. V. S. 330.

2 Plinius H. N. L. XXXV. c. 15. Vergl. Ferber Briefe aus chland an H. v. Born. Prag 1773.

3 Die Insel Ischia wurde in den Zeiten der Römerherrschaft et- Male wegen vulcanischer Zerstörungen von ihren Bewohnern uen. Einen furchtbaren vulcanischen Ausbruch auf derselben er- tn Strabo Geogr. V. 247. und Plinius H. N. XII. 88. Vergl. s in Edinb. Journ. of Sc. N. IV. p. 326.

4 S. Dolomieu's Reise nach den liparischen Inseln. Ueb. von eanner. Leipz. 1783. Vergl. de Luc Briefe über die Geschichte Erde. Th. I. Br. XLIX.

canello genannt, war früher abgesondert, hängt aber jetzt durch aufgehäufte Lava mit dem Ganzen zusammen[1].

Der *Aetna* oder *Monte Gibello*, der gröfste unter den europäischen Feuerbergen, war schon den Griechen bekannt[2], und sie setzten daher die Werkstatt des Feuergottes, eine unermesslich grofse Schmiede, auf diese Insel. Die alten Schriftsteller erwähnen verschiedene Ausbrüche desselben, die Kircher[3] gesammelt hat, am bekanntesten aber ist das Zeugnifs Virgil's, welcher sagt:

> Vidimus undantem ruptis fornacibus Aetnam
> Flammarumque globos liquefactaque volvere saxa.

Es werden 9 Ausbrüche desselben vor Christo genannt, unter denen die von 477 und 121 am stärksten waren. Während der christlichen Zeitrechnung hat er oft und mitunter sehr verheerend getobt, unter andern 1160, 1169, 1284, 1329, 1408, 1444, 1536, 1537, 1556 und 1669, wobei nach Borelli 11750 Millionen Kubikfufs vulcanischer Producte ausgeworfen worden seyn sollen; ferner 1693, wobei 16 Städte und 18 Landgüter verschüttet wurden und die Zahl der verunglückten Menschen sich auf 93000 belief[5]. Die späteren Ausbrüche waren 1747, 1755, 1766, 1769, 1775, wobei eine grofse Menge Wasser ausgeworfen wurde, ferner 1780 und 1787, als die aus seinem Krater emporgehobene feine Asche bis Malta flog[6]; im Jahre 1799, 1802, 1805, 1809, 1811 und 1812 tobte er gleichfalls, worauf nach achtjähriger Ruhe der stärkere Ausbruch von 1819 erfolgte, wobei Schouw[7] zwei Tage an

1 S. Ferrara a. a. O. Ein Hauptwerk ist Sir William Hamilton Campi Phlegraei or observations on the Volcanos of the two Sicilies. Napoli 1776. II T. fol.

2 Ueber die älteste Geschichte desselben s. G. Alessi in Atti dell' Accademia Gioenia di Scienze naturali. Catania 1829. N. III.

3 Mundus subterr. T. I.

4 Georg. L. I. v. 472. Aen. L. III. v. 571.

5 Philos. Trans. N. 48, 51, 202, 207.

6 Mirone in Novelle literar. di Firenze. S. Goth. Mag. Th. St. 4. S. 9. Dolomieu Mém. sur les îles ponces, et catalogue raisonné des produits de l'Aetna, suivis de l'éruption de l'Etna en 1787. 1788. 8.

7 Hausmann in Götting. Wochenblatt 1819. S. 69. V. Leonhard Taschenbuch für Mineralogie Th. XIV. S. 506.

Beginne einen oben 60, unten 1200 Fuſs breiten Lava-
m beobachtete, welcher in zwei Tagen ⅘ deutsche Meile
ückgelegt hatte, oben aber eine feurige Cascade von 500
600 Fuſs bildete. Die sich erhebende Säule von Rauch
Asche hatte mindestens 1000 Fuſs Höhe. Im Jahre 1832
gleichfalls ein Ausbruch desselben statt, welchen GEM-
LARO[1] beschrieben hat.

Der Aetna ist vielfach beschrieben worden, unter andern von MILTON[2], BRYDONE[3] und SIMOND[4], wobei auf die Ge-ichte seiner früheren Ausbrüche Rücksicht genommen wird, e wissenschaftliche Untersuchung des Berges selbst aber, ner geognostischen Beschaffenheit und der von ihm ausgewor-n Laven hat ELIE DE BEAUMONT geliefert[5]. SPALLAN-ZI giebt die Höhe desselben zu 11400 Par. Fuſs an, BRY-NE zu 10630, DE SAUSSURE, SHUCKBURGH und NEEDHAM en nur zwischen 10032 und 10281 Par. Fuſs an[6], so daſs Gipfel hiernach in die Schneeregion reicht. Auſser sei-n groſsen Krater trifft man an seinen Seiten noch gegen kleinere Kegel, aus denen sich zu verschiedenen Zeiten a ergossen hat, und BRYDONE glaubt nach den durch RE-RO ihm mitgetheilten Beobachtungen über die verschie-en, zum Theil verwitterten und mit Dammerde wechseln-Lavaschichten schlieſsen zu dürfen, daſs das Alter des-en 14000 Jahre betrage, was jedoch auf unsicheren Be-mungen der Zeit beruht, welche die verschiedenen Lava-n zu ihrem Verwittern bedürfen; SIMOND aber macht die dings zu beachtende Bemerkung, daſs von 41 durch ihn mmengestellten Eruptionen 15 in die Monate Februar und z fallen, und glaubt, daſs der dann schmelzende und in Innere des Berges dringende Schnee die Eruptionen ver-ssen oder befördern könne, vorzüglich da die häufigsten en dort in den Januar fallen und der Berg zugleich sehr an Quellen ist. Im oberen groſsen Krater erhält sich der

1 V. Leonhard und Bronn Jahrbuch. 1833. S. 641.
2 Philos. Trans. T. LXI. P. 1.
3 A Tour through Sicily and Maltha. Lond. 1773. 8. Deutsch pz. 1774. 2 Th. 8.
4 Edinburgh Journ. of Science. N. XX. p. 310.
5 Ann. des Mines 1835. 1836.
6 Vergl. HAUSMANN a. a. O.

Schnee das ganze Jahr hindurch, die Ausbrüche gesch
aus tiefer liegenden kleineren Oeffnungen, die bei jede
bruche neu zu entstehn pflegen[1].

Eine ausgezeichnet grofse Gruppe von Vulcane
die Insel Island[2] dar, welche eigentlich als ein einzig
fser Vulcan mit einer Menge von Kratern betrachtet
kann. Man zählt auf derselben 29 gröfsere und klei
ter denen der *Hecla*[3] am meisten bekannt ist un
auch der furchtbarste war, statt dafs er gegenwärti
ruht. Vor dem Jahre 1004 ist nicht bekannt, dafs
sich als Vulcan gezeigt habe, seit der Zeit aber zählt
Ausbrüche, unter denen die von 1104, 1105, 1157
1554, 1636, 1693, 1728 und nach langer Ruhe die
und 1772 die stärksten waren. Der *Krabla* tobte h
lich im J. 1724 und 1730, seit welcher Zeit er
Nicht weit von ihm liegt der *Leihrnukr*, dessen
kannter Ausbruch im J. 1725 statt fand. Mitten in E
erhebt sich die Spitze des *Kötlugia* (Kötligia, Katlegi
cher 894 zuerst und nachher bis 1755 noch fünfm
Bei diesem letzten Ausbruche wurden unermefsliche
zersprengter Eisberge ins Meer geschleudert, auch
furchtbar noch 1823. In seiner Nähe liegen die K
Klose-Jökul und des *Skeidera-Jökul*, welcher 1753
grofse Verheerungen anrichtete. Der *Sida-Jökul* lieg
falls zwischen Eisfeldern und tobte vorzüglich 1753
Oeræfa-Jökul (Eyrafa-Jökul), dessen Höhe 5561
trägt, und dem benachbarten *Sollheima-Jökul* sind
brüche in den Jahren 1332, 1720, 1727 bekannt,
chem letzteren Jahre mitten im Eise sich ein neuer

---

1 Vergl. Ferrara Descrizione dell' Etna ect. Palermo 1

2 Horrebow zuverlässige Nachrichten von Island. A
Leipz. 1753. Nouvelle Descript. phys. ect. de l'Islande. Pa
Uno v. Troil's, Henderson's u. a. Reisen.

3 Mackenzie Reise durch die Insel Island. Weim. 181
giebt an, dafs der Hecla bis dahin 22 Ausbrüche gezeigt ha
denen die von 1004, 1157, 1222, 1300, 1341, 1362, 1
1619, 1636, 1693, 1767, 1768 die bedeutendsten waren.
Olafsen's und Povelsen's Reise durch Island. Kopenhagen
1774. 4.

r Krater erhob[1]; vom *Skaptar-Jökul* kennt man aber den Ausbruch im J. 1783, welcher 6 Wochen dauerte eine ungeheure Masse Lava lieferte. Die beiden Vulcane *narflag* und *Hitahol* waren noch im vorigen Jahrhundert g, der *Eyafiäl-Jökul* (Oefiels-Jökul) tobte 1612, war 1621 ruhig, aber im December 1821 erfolgte wieder ein ruch von großer Heftigkeit, welcher bis ins Jahr 1822 uerte und wobei große Felsmassen bis zu meilenweiter rnung fortgeschleudert wurden[2]. Der *Wester-Jökul* ist ächlich durch seinen letzten Ausbruch 1823 bekannt[3]. rdem giebt es auf dieser Insel noch eine Menge vulca- e Kegel, deren verschiedene unter die erloschenen zu en seyn würden, müßte man nicht bei dem durchweg ischen Boden jederzeit wieder neue Ausbrüche erwar- Solche sind namentlich der *Myrdal*, *Torfa*, *Arnarfel*, *Bald*, *Blaufel*, *Geitland*, *Snäfel*, *Draanga-Jökul*, *innufiäll*, *Hrossaburg*, *Herdabreid*, *Sniafiäll*, *Trolla- iar*, *Kerlingafiäll*, *Skiatldbreid*, *Skarsheidi* und *Hegla*. Bei *Cap Reikianess* liegt sogar ein Vulcan unter dem e, welcher noch vor wenigen Jahren Feuer und vulca- e Massen auswarf, auch bietet Island das merkwürdige omen dar, daß sich auf den Ebenen bedeutende vulca- e Ausbrüche zeigen, z. B. die Ebene *Hithoël*, *Biar- lag* (mit einem Vulcan gleiches Namens) und *Horsedal- m*[4]. Mackenzie[5] giebt ausführliche Nachrichten von Erdbeben auf Island, wovon die ältesten seit dem Jahre ach Chr. G. bekannt sind. Werden die stärksten Aus- e der vorzüglichsten Vulcane bis zum Anfange dieses hunderts zusammengestellt, so tobte

---

Ann. de Chim. et Phys. T. XXXVI. p. 418.

Annals of Philos. 1822. June p. 402. Edinburgh Philos. Journ. II. p. 155.

Ebend. 1824. Apr. p. 203.

Ueber die isländischen Vulcane s. Henderson Island Th. I. u. II. O. Garlieb Island u. s. w. Freiberg 1819. V. Stromberck Anmerk. eislak. Th. III. S. 523.

Reise durch Island. Weim. 1815. S. 314.

der Hecla	seit d. J.	1004	im Ganzen	22 Mal
— Katlegiaa	— —	900	—	7 –
— Krabla	— —	1724	—	4 –
die Gegend Suldbringe-Syssel	— —	1000	—	3 –
in der See	— —	1583	—	2 –
im See Grimsvatn	— —	1716	—	1 –
der Eyafiäl	— —	1717	—	1 –
— Eyrafa	— —	1720	—	1 –
— Skaptar	— —	1783	—	1 –

Dieses giebt im Ganzen 42 Ausbrüche, wobei aber meh übergangen worden sind, wie aus dem Vorhergehenden er wird; interessant ist aber die von Mackenzie gegebene ch nologische Zusammenstellung der vorzüglichsten isländisch Eruptionen mit Rücksicht auf die gleichzeitigen des Aetna u Vesuv. Dieselben ereigneten sich in den Jahren nach Chr. 900; 1000; 1004; 1137; 1222; 1300; 1340; 1341; 1389; 1422; 1538 zugleich mit Vesuv; 1554 zugleich Aetna; 1583; 1619; 1636; 1693 (Vesuv 1692, Aetna 1716; 1717 zugleich mit Vesuv; 1720; 1724; 1728; 173 gleich mit Vesuv; 1754 zugleich mit Vesuv; 1755 zug mit Aetna; 1756; 1766 zugleich mit Aetna und Vesuv; 17 1772; 1783 zugleich mit Vesuv.

Nördlicher als Island ist nur noch ein Vulcan beka der *Esk* auf der Insel Mayen bei Grönland, welchen S resby[1] im Jahre 1817 rauchen sah. Der Berg hat ungef 1500 Fuſs Höhe, historische Angaben über seine Ausbrü können aber nicht vorhanden seyn.

Im südöstlichen Theile Europa's deuten wiederholte E erschütterungen auf eine noch fortdauernde unterirdische v canische Thätigkeit, ohne daſs noch eigentliche brennen Vulcane vorhanden sind. Vom *Varenius* in Albanien w erzählt, daſs er noch im J. 1269 einen groſsen Theil v Durazzo verheert habe[2], und die Inseln *Milo* und *Santori* sind ganz vulcanisch, vorzugsweise der Berg Calamo. A

1 Journ. de Phys. 1818. Fevr. Account of the Arctic Regions I. p. 334.

2 Lebeau Histoire du Bas-Empire. L. XXII. p. 324.

letzteren Insel fand noch im J. 1707 ein vulcanischer Aus-
h statt[1].

II. Asien und die benachbarten Inseln.

Der Berg *Gorantes* in Lycien, die Chimära der Alten, nach einigen Nachrichten noch jetzt rauchen, die Fabeln den Flammen der Chimära deuten auf beobachtetes Bren-, auch behauptet Beaufort[2], in der Nähe dieses Berges der Stadt Deliktasch den von den Alten erwähnten ähnli-Feuer gesehn zu haben. Auf dem asiatischen Festlande giebt viele Vulcane, ohne daſs sich jedoch mit Genauigkeit be-men läſst, welche von ihnen unter die noch thätigen zu hnen sind. So deuten die vielen und starken Erdbeben in rien auf ein noch fortdauerndes unterirdisches Brennen; in nien hat der *Elbrus* (15360 Fuſs hoch) ganz die Gestalt ei- Vulcans, wie denn auch die Küsten des persischen Meer-ens eine Menge vulcanischer Producte zeigen. Sehr in-ssante Angaben über die Bergsysteme Asiens, den Zusam-hang der Ketten, ihre Hebung über die Oberfläche und unverkennbaren Spuren vulcanischer Thätigkeiten, welche se bewirkten, hat v. Humboldt[3] mitgetheilt, es ist aber wierig, beim Aufsuchen der einzelnen Vulcane die Anga- der Beobachter genau zu würdigen, weil so leicht die blichen Berge unter verschiedenen Namen vorkommen können. f der höchsten Spitze der gröſsten asiatischen Gebirgskette, f dem *Himalaya* selbst, hat man einen noch thätigen Vul- entdeckt[4], welcher stets raucht und zuweilen auch feu--flüssige Substanzen auswirft. Eine dicke, aus einer ho-, nördlich von Rungapanni liegenden Bergspitze aufstei-

1 Olivier's Reisen u. s. w. Th. I. S. 29. Ueber die Angabe, diese Inseln aus dem Meere entstanden seyen, s. unten.

2 Dessen Caramania. p. 44.

3 Fragmente über Geologie und Klimatologie Asiens. Ueb. von Löwenberg. Berlin. 1832. a. v. O. z. B. S. 44. 52. 93. Ueber Bergketten und Vulcane von Innerasien u. s. w. in Poggendorff's n. XVIII. 1. 319. Vergl. Journ. de Géolog. 1830. N. VI. p. 136. the mountain-chains and Volcanoes of Central Asia, with a map, Edinb. New Phil. Journ. N. XXII. p. 227. XXIII. p. 145.

4 Asiatic Journ. 1825. Juli — Oct. p. 487.

gende Rauchwolke ist anhaltend beobachtet worden[1], ten die vielen Erdbeben dieser Gegend auf noch besteh canische Thätigkeiten, wenn gleich die obwaltenden rigkeiten es unmöglich machen, die rauchenden Spit zu erreichen[2]. Von diesem Puncte aus die Gebirgsk folgend nennt v. HUMBOLDT den *Aral-Tubé* im See als ehemaligen Feuerberg, als noch brennende Vul den *Pé-schan*, auch *Ho-schan* oder weifsen Be *Agie*, Feuerberg genannt[3], unter 42° 30′ N. B. und ung w. L. v. G. zwischen Korgos und Kutshé, welcher miak und Schwefel in Menge liefert. Blofs im Win der viele Schnee die Hitze mildert, können die E nackt in die Höhlungen des Berges gehn und de sammeln, statt dafs in den übrigen Jahreszeiten Flam steigen, durch welche die Höhlungen bei Nacht illu seyn scheinen. Nach CORDIER[4] ist der Berg jetzt Solfatara, allein er hat noch in geschichtlicher Zeit geworfen, und noch gegenwärtig steigen Flammen auf. Merkwürdig wird er insbesondere durch sei Entfernung vom Meere, da der Aralsee in 225 geog ihm am nächsten liegt. Oestlich von diesem Berge aufser einer Menge vulcanischer Producte auch au Solfataren, namentlich die von *Urumtsi*, wo Rauch u men aufsteigen, wenn man einen Stein hinwirft. vom Pé-schan liegt der Vulcan von *Turfan* oder *tscheu* (der Feuerstadt), aus welchem bei Tage ste aufsteigt, worin man aber Nachts Flammen gewahrt dieser Berg liefert Salmiak, bei dessen Sammeln Schuhe der Hitze wegen erforderlich sind, und Salz aus welcher dieses Salz krystallisirt. Ungefähr 45 weiter nordwestlich liegt eine Solfatare am Flusse *Kh* das Gestein heifs ist und Salmiakdämpfe ausgestofsen Die genannten vier Vulcane gehören dem Innern d schen Festlandes an, so wie der bereits genannte A

1 Edinburgh Journ. of Science. N. VIII. p. 209.

2 Ebend. N. XIII. p. 55.

3 Nach KLAPROTH heifst er jetzt *Kholar*. V. HUMBOLD S. 54. Vergl. Hertha Th. I. S. 216.

4 Journ. Asiat. T. V. p. 44. Ebend.

See Ala-gul, ein gegenwärtig ruhender Vulcan, wel- aber noch in der geschichtlichen Zeit tobte[1].

Aufser diesen liegen im asiatischen Continente der gegen- tig noch thätige *Demavend*, den man von Teheran aus t, und der *Seïban-Dagh* am See Wan. Weiter nord- tlich liegt der trachytische *Ararat* (16200 F. hoch) und ich von diesem die Schlammvulcane und stets brennenden er von *Baku*, wo noch in neuester Zeit feurige Ausbrüche t fanden. In China giebt es nach Klaproth[2] keine ei- tlichen noch thätigen Vulcave, wohl aber gehören die dorti- Feuerbrunnen und die leuchtenden Berge als verwandte scheinungen zu dieser Classe; dagegen beginnt eine vulca- che Gebirgskette am südlichsten beim Cap Formosa und er- eckt sich in nördlicher Richtung bis Kamtschatka[3]. Unge- tet der mangelhaften Kenntnifs jener Gegenden weifs man, ein Berg auf der Schwefelinsel *Lung-huang-schan* im O. der grofsen Insel Lieu-khieu unter 27° 50′ N. B. und ° 45′ östl. L. v. G. stets eine Menge Rauch und Schwe- dämpfe ausstöfst, weswegen man sich zuweilen der Insel ht nähern kann, wenn der Wind von ihr her entgegen- mt. Auf der Insel Kiu-siu in dem zur Provinz Fisen ge- gen Bezirke Takaku, westlich vom Hafen Simabara, liegt *Un-sen-ga-daké*, welcher stets schwarzen Schlamm und ch ausstöfst und dessen Gipfel im J. 1793 einstürzte. Bald her hatte der eine halbe französ. Meile davon entfernte *mo-kubi* eine Eruption, wobei die ausströmende Lava Umgegend in Flammen setzte, und nach einigen Erdbe- folgte endlich ein fürchterlicher Ausbruch des *Miyi-yama*. Districte *Aso* im Innern von Figo liegt der *Aso-no-yama*, welchem stets Flammen aufsteigen, *Satsuma* aber, die süd- ste Provinz von Kiu-siu, ist ganz vulcanisch. Im Jahre stiegen in dieser Gegend drei Inseln aus dem Meere em- , die jetzt bewohnt sind, noch weiter südlich aber liegt

1 Wenig abweichende Angaben über diese, hauptsächlich Sal- liefernden Vulcane in Central-Asien finden sich in Hylander's abe von Ibn-el-Wardi. Lund 1823. Vergl. Férussac Bull. Géol. Janv. Ann. des Mines. T. V. p. 135. 157. 377.

2 V. Humboldt a. a. O. S. 89. Ann. de Chim. et Phys. T. XLV. 18. Poggendorff's Ann. XXI. 351.

3 Vergl. Kämpfer's Geschichte und Beschreibung von Japan. 121. Klaproth in Hertha Jahrg. 1825. Th. II. S. 274.

die Schwefelinsel *Iwo-sima*, welche stets brennt. A
würdigstes vulcanisches Phänomen verdient die im J.
Chr. G. statt gefundene Einsinkung erwähnt zu werd
welche der See Biwa-no-umi auf der Insel Nifon
worauf in demselben Monate in der Provinz Suruga
ste Berg *Fusi-no-yama* in Japan emporgehoben wur
im J. 82 v. Chr. G. erhob sich aus dem See Mitsu
grofse Insel *Tsiku-bo-sima*, die noch jetzt vorh
Der genannte Vulcan Fusi-no-yama reicht bis in di
grenze und ist der thätigste in Japan, welcher im
800, 863 und 864 von heftigen Erdbeben beglei
auch 1707 fand ein heftiger Ausbruch statt, wobei
weit fortgetrieben und an einigen Orten 6 Fufs ho
häuft wurde. Aus einem Berge mitten auf der Ins
sah der englische Capitain BROUGHTON im J. 1797 R
steigen. Von hier aus erstreckt sich eine Reihe vu
Berge südlich bis zum 22sten Grade nördl. B. zwis
139. und 141. Grade östl. L. v. G., wozu die Inseln
Munin-sima oder *Bonin-sima*, die *Bischofsinsel*
Vulcane mit der *Schwefelinsel* gehören. Weiter nör
See Mitsu-umi in der Nähe des Sees Jetsisen liegt
can *Sira-yama* (weifse Berg) oder *Kosi-no-Sira-y*
weifse Berg des Landes Kosi), welcher in die Sch
reicht und im J. 1239, auch 1554 schrecklich tobte
Mitte der Insel Nifon, nordöstlich von der Stadt Kom
ein grofser Vulcan *Asama-yama* oder *Asama-no-d*
cher stets raucht und neuerdings 1783 durch seinen
mit starkem Erdbeben schreckliche Verheerungen a
Der nördlichste Vulcan in Japan ist der *Yaké-ya*
brennende Berg) in der Provinz Mouts oder Oosiu,
von der Meerenge Sangar, und westlich von diesem
can der Insel *Koo-si-ma*[1] und mehrere, die Flam

1 TILESIUS bemerkt, dafs die beiden Inseln Koosima
ma, deren Vulcane sich bis zu 900 Fufs Höhe erheben, n
len von einander liegen, und dennoch war das Meer zwis
auf 100 Faden Tiefe nicht zu ergründen. S. Journ. de Phy
p. 112. Edinburgh Phil. Journ. N. VI. p. 349. TILESIU
Vulcan auf Coosima unter 41° nördl. B., 120° 14′ östl. L.
den kleinsten in der Welt, denn er ist nur etwa 150 engl. F
allein ein später zu erwähnender in America ist noch kleine
de Petersb. T. X. N. 20.

sen, auf *Jesso*, von denen drei die Bai Utschi-ura, nach [..]ughton die Vulcanbai, umgeben, der *Utschi-ura-yama* [im] Süden, der erhabenste, *Usu-ga-daké*, im Norden und [der] *Oo-usu-yama* im Westen. Nordöstlich erhebt sich der [Vul]can *Yu-uberi* oder *Ghin-zan* (Goldberg), wahrschein-[lich] der nämliche, welchen v. Krusenstern den Vulcan von [..]o nennt.

Diese Reihe von Vulcanen erstreckt sich bis nach Kamt-[scha]tka, wo sich nicht weniger als vierzehn Feuerberge ver-[eini]gt finden. Der gröfste und bekannteste derselben ist der [Kl]utschinskaja oder *Gorälaja-Sopka*, unter 53° 17′ nördl. B., [nac]h Lenz 7500 Fufs hoch, tobte 1773 und 1827, als er [unt]er furchtbaren Bebungen theils eine solche Menge Wasser [aus]warf, dafs ein mächtiger Strom daraus gebildet wurde, [al]s einen grofsen Rifs erhielt, aus welchem eine unglaubli-[che] Masse calcinirter Felsarten mit Asche ausgeworfen wurde [un]d noch später, wie aus vielen kleineren, ein erstickender, [sch]wefelhaltiger Rauch aufstieg[1]; sein letzter Ausbruch war [..]7. Ferner ist auf dieser Halbinsel der *Assatschinskaja-[Sop]ka* unter 52° 2′ nördl. B., welcher im Juni 1828 Asche [aus]warf, der *Wiljutschinskaja-Sopka* unter 52° 43′ nördl. B., [..]) Fufs hoch und stets rauchend, der *Korätskaja* oder [*K*]*otschnaja-Sopka* unter 53° 19′ nördl. B., rauchend, aber [ohne] bekannte Eruption, der *Schupanoskaja-Sopka* unter 53° [..] nördl. B. gleichfalls ohne bekannten Ausbruch, der *Kro-[..]kaja-Sopka* unter 54° 8′ nördl. B., etwa 10200 Fufs hoch [und] stets rauchend, der *Klutschefskaja* oder *Kamtschatskaja-[Sop]ka* unter 56° 8′ nördl. B., 9510 Fufs hoch, seit den neue-[ren] Zeiten nicht tobend, aber stets rauchend. Er tobte von [..] bis 1731 unter heftigen Erdbeben unaufhörlich, 1737 [sche]in der ganze Berg acht Tage hindurch zu glühen und auch [..], 1762 und 1767 fanden starke Ausbrüche desselben, [das] letzte Mal mit verheerenden Ueberschwemmungen durch [den] geschmolzenen Schnee, statt. Als Vulcane werden ferner [gena]nnt der *Tolbatschinskaja-Sopka*, welcher 1739 nach vor-[aus]gegangenem Erdbeben die ganze Umgegend erleuchtete und [im] Anfange dieses Jahrhunderts sich durch einen neuen Krater

1 Beschrieben durch Mertens in v. Leonhard's Zeitschrift für [Min]eralogie. 1829. VIII. 8. S. 557.

mit einem benachbarten Berge vereinte, der *Schts*
Sopka, welcher erloschen scheint, der *Schewelitsc*
stets rauchend, in dessen Nähe noch zwei andere, d
koffskaja- und *Krestoffskaja-Sopka*, liegen sollen, d
kaja-Sopka, welcher periodisch raucht, und nach
ka's, von denen man keine Ausbrüche kennt und
schen zu seyn scheinen[1].

Die aleutischen Inseln gleichen einer Reihe von
die aus dem Meere emporgehoben scheinen, wesw
die Namen der Vulcane zugleich die der Inseln sin
gehören *Akutan*, der stets rauchende *Makuschkin*
laschka, *Agayedan*, *Uminga*, die vulcanische Ins
mit einem kleinen im J. 1795 in ihrer Nähe entstand
cane[2], *Coreloi* und der 1820 stark tobende *Urimak*.
rilischen Inseln sind als eine Reihe von Vulcanen z
ten, welche die von Japan und Kamtschatka verbi
werden als solche genannt *Alaid*, *Poromusir*, *Ikarm*
rikutan, *Rakkok*, *Etopow*, *Montova*, *Ischirpo-o*
kleine Insel *Nadeegda*. Die Vulcane der Marianen
ronen sind noch sehr wenig bekannt, indeſs zählte
Rouse deren neun, z. B. auf *St. Antoine*, *St. Fra*
Denys, *Assumption* und auf anderen kleineren, der
unbewohnbar sind. Auch auf der Insel *Guaham* o
ist nach Kotzebue[3] ein Vulcan. Der gröſste unter
reren Vulcanen auf den Philippinen[4] ist der *Ma*
Mayonga auf der Insel Lüzon in der Provinz Albay
bay, dessen heftige Ausbrüche in den Jahren 1766,
nach dreizehnjähriger Ruhe im Jahre 1814 beka
Beim beginnenden Stein- und Aschenregen entfloh
lein da derselbe zu stark wurde, suchten die Flie
Häusern Schutz, aus denen die herabfallenden glühen
sie verjagten, indem sie sich durch übergehaltene St
sche u. s. w. zu schützen suchten. Dabei war es dun

---

1 S. Postels in Mém. de l'Acad. de Petersb. VIme
p. 11 ff.

2 G. XLII. 217.

3 Dessen Reise. Th. II. S. 155.

4 Vergl. Lulof's Einleitung zur Kenntniſs d. Erdk
von Kästner. Altenb. 1755. 4. §. 233.

Rauchwolken stockfinster und die hoch aufgehäufte, mit
d und Steinchen vermengte Asche verhinderte das Fortkom-
n, so dafs 1200 Menschen den Tod fanden, namentlich
in der einstürzenden Kirche zu Budiao und 35, die sich
einem Hause daselbst versammelt hatten. Auch von den
erlebenden starben später viele aus Mangel, weil der Bo-
mit 30 bis 36 Fufs hohem Sande und Asche überdeckt, an
Westseite der Insel aber alle Vegetation gänzlich zerstört
[1]. Ebendaselbst ist der *Aringuai* in der Provinz Ilocos
der *Taal*, nur eine Tagereise von der Hauptstadt, wel-
r daher oft besucht wird. Er bildet eine öde Insel in ei-
See, Laguna de Bonborig genannt, ungefähr 6 Meilen
Umkreise haltend, dessen Wasser durch einen etwa eine
langen, schnell fliefsenden, aber mit kleinen Schiffen
aren Flufs in das Meer abfliefst. Das Wasser des Sees
akisch, aber doch trinkbar, und die Tiefe soll an einigen
en unergründlich seyn. Die Insel in demselben ist ein
er Haufe von Asche und Lavastücken, welcher in sich
t eingestürzt den weiten, unregelmäfsigen Krater des
tbaren Vulcans bildet. Dieser hatte lange geruht und lie-
seit seinem letzten Ausbruche im J. 1716 eine grofse
ge Schwefel, allein im J. 1754 fing er wieder an zu rau-
und tobte nachher unter Begleitung heftiger Erdbe-
. Ein Berg auf *Tandaya* oder *Samar*, der *Sanguil* auf
anao, der *Natognus* mit den heifsen Quellen bei Ma-
und der *Gunong-Api* oder der *Gunong-Ber-Api*
seine zweite Spitze *Gunong-Tallang* auf einer der sie-
Inseln von Banda werden als Vulcane genannt[4]. Der
dieser beiden grofsen Feuerberge raucht stets, hat aber
nicht gespieen, der erste tobte nach 15jähriger Ruhe
r am 23sten Juli 1820. Der *Aringuai*, der Vulcan auf
und der Sanguil tobten den 4ten Jan. 1641 zugleich und
üsteten die Inseln, auch erzählen die Annalen von Min-
o von schrecklichen Erdbeben in den Jahren 1645 bis

1 Allgem. Geogr. Ephemeriden. Th. XLIX. S. 232.
2 V. Chamisso in v. Kotzebue's Reisen. Th. III. S. 69. Vergl.
h. Phil. Journ. N. XI. S. 119.
3 Journ. de Phys. T. XCIV. p. 160.
4 Asiatic Journal. 1826. Mai. p. 577. Vergl. Philosoph. Magaz.
. Mai.

1648, die, wie die späteren, mit den dortigen Vul sammenhängen[1]. Auf der Insel *Yap*, westlich vo rolinen, ist gleichfalls ein grofser Vulcan, und dı sind auf den Freundschaftsinseln[2], doch geben Ande auf den letzteren Inseln nur ein einziger, aber g can, der *Tofua* oder der Vulcan der Insel Tofua, sey[3], welcher unausgesetzt Eruptionserscheinungen von dessen schrecklichem Toben Cook im J. 1 war. Neuerdings sah ihn Mariner noch brennend züglich zeichnet er sich durch die Menge des erzeu steins aus[4].

Betrachtet man überhaupt die ganze Reihe der pen, die von der südlichsten Spitze des asiatisch des anfangend auf beiden Seiten des Aequators streut östlich bis durch einen grofsen Theil des st sich hinziehn, so findet man überall grofse und ausnehmend thätige Vulcane, so dafs dieses zu these Veranlassung gab, diese sämmtlichen Inseln unter beträchtlich später, als die grofsen Continente wurden, aus dem Meere emporgehoben worden. Sc auf der Westseite der Insel Sangir den *Abo*, und e der Insel *Siauw* wird als Vulcan bezeichnet. Auf I gleichfalls Vulcane, deren Zahl und Namen man je nicht kennt, die *Barren*-Insel aber hat einen V 4000 Fufs Höhe, welcher oft Steine und Rauch au gleich die ganze Insel nur 6 franz. Meilen im Um Auf den Molukken wird der Ausbruch des Feuer *Machian* im J. 1646 und eines auf *Motir* im J. 177 bekannter ist der *Gamma-Lammu*[6] auf Ternate; S im J. 1693 gänzlich verwüstet; der *Kemas* liegt i rium von Manado, der *Wawani* auf Amboina[7] to

1 Kotzebue's Reise a. a. O.

2 Journ. de Physique. T. XCVI. p. 113.

3 V. Leonhard a. a. O. S. 40.

4 Nachrichten über die Freundschaftsinseln. Weim. :

5 Arago in Ann. of Phil. 1824. Apr. p. 211. Cap. stieg ihn und fand ihn rauchend, s. Edinb. Phil. Jou p. 205.

6 Philos. Trans. T. XIX. N. 216. p. 411.

7 Ebend. p. 529.

…en 1674, 1694, 1816, 1820 und 1824, auf *Timor* ist …hfalls ein Vulcan und auf *Celebes* sollen deren mehrere … Der *Tanbora* auf der Insel Sumbava ist vorzüglich …h die schreckliche Verheerung bekannt, die er im Jahre …5 anrichtete[1]. Auf der Insel *Flores* sah Bleigh einen …an, auf *Daumer* ist gleichfalls einer und nach Dampier … im J. 1699 ein kleiner zwischen Timor und Ceram. …h Marsden[2] sind vier Vulcane auf Sumatra, der *Bala-*…, *Ophir*, *Indrapar* und einer bei *Bencoolen;* auch wird *Gunong-Dempo* als stets rauchender Berg genannt[3], ebenso *Berapi*[4]. Noch mehr, als diese Insel, ist Java mit Vul…n übersäet, obwohl sie an Umfang kleiner ist; inzwischen …n wir auch hierüber nur unvollkommene Nachrichten, so …auch Thom. Stamford Raffles durch sein classisches …k[5] die Kenntnifs dieser merkwürdigen Insel erweitert hat. …t den dortigen vulcanischen Kegeln werden genannt der …o in der Provinz Pasöröan[6], der *Idia* oder *Idjeng*, des…letzter Ausbruch im Jahre 1817 statt fand, der *Panaru-* *Tagal* und *Ambotismene.* In den Sumbing-Gebirgen der *Ung-Arang*, *Marbabu* und *Mer-Api*, welcher um …und 1822 viele Verheerungen anrichtete, auf jeden Fall …ische Gebirge, desgleichen der *Japara*, welcher sich Halbinsel gebildet zu haben scheint, und der *Talágawú-* Ferner werden dort genannt der *Dafar*, welcher 1804 der *Salak* 1761, der *Lamongar* 1806, der *Taschem* der *Klut* 1785, der *Gagak* 1807, der *Chermai* 1815, …awon 1806, der *Arjuna*, einer der gröfsten Berge von … Fufs Höhe, gleichfalls 1806 und der wegen seines

---

Biblioth. univ. 1817. Jul. Edinb. Phil. Journ. N. VI. p. 389.
Natürliche und bürgerliche Beschaffenheit der Insel Sumatra. … Engl. Leipz. 1785. 8.
V. Leonhard a. a. O. S. 41.
Philos. Magaz. T. LXV. p. 188.
History of Java. Lond. 1817. II T. 4. T. I. p. 12 ff. Vergl. …n Boon Mesch Disputatio geologica de incendiis montium igne…tium insulae Javae cet. L. B. 1826. Deutsch bearbeitet von … Blum in v. Leonhard's Zeitschr. für Mineralogie 1828. Jan. S. … V. Leonhard über die Basaltgebilde. Th. II. S. 156. Nöggerath … Paul Sammlung von Arbeiten ausländischer Naturforscher über …berge und verwandte Phänomene. Elberf. 1825. 2 Th. 8.
… Malte-Brun Bibl. des Voyages. T. V. p. 27.

grofsen Kraters bekannte *Tankuban-Prahu*, welcher ru-
ruht und mit Holz bewachsen ist, dennoch aber steigen bis-
während Dämpfe aus seinem Krater auf und man hört ein
unaufhörliches Getöse in seinem Innern, auch tobte er
im J. 1804 und warf viele reine Thonerde aus; ferner
Papandayang, welcher der gröfste auf der ganzen Insel
aber bei dem Ausbruche 1772, als zugleich 40 Dörfer
heert wurden und 2957 Menschen umkamen, einen gro-
Theil seiner Spitze durch Einsturz verlor, der *Galung-G*
ning oder *Galung-Gung* in der Statthalterschaft Preang,
cher nach langer Ruhe im November 1822 tobte und 88 P
zungen nebst mehr als 2000 Menschen unter seiner Asche
Lava begrub[1], und endlich der *Gunung-Guntur*, aus
chem sich im J. 1800 ein mächtiger Lavastrom ergofs,
sen Breite am steilen Theile des Berges nur 10 Fufs be-
tiefer abwärts stellenweise 300 Fufs, bis er nach einer L
von 1200 Fufs in einem 20 F. hohen Haufwerke von La
blöcken endigte. Am 21. Oct. 1818 hatte er einen he-
Ausbruch, welcher mit starkem Erdbeben anfing und in
werfen ungeheurer Mengen von Rauch, Asche, Sand glü-
der Steine, selbst grofser Felsmassen, jedoch ohne Lava,
stand, worauf zuletzt das Einstürzen eines grofsen Theils
oberen Kegels folgte. Merkwürdig ist der Vulcan *Idienn*
der Provinz Bagnia-Vanni. Dieser gehört nämlich unter
kleine Zahl derjenigen, in deren Krater sich der aufsteig-
Schwefel mit Wasser verbindet, woraus dann verdünnte Sch-
felsäure entsteht, die in einem Strome herabfliefst[2].
der Mer-Api hat auf seiner Spitze einen See mit gesäu-
Wasser, wie LESCHENAULT bei seiner Ersteigung dieses B
ges fand[3].

Auf *Neu-Guinea* will DAMPIER schon im J. 1700
brennende Vulcane gesehn haben, im Archipelagus von N
Britannien sah D'ENTRECASTEAUX in 5° 32' nördl. B., 14
24' östl. L. v. G. einen tobenden Vulcan, welchen LE MA
und VAN SCHOUTEN schon vorher gesehn hatten. Auf

1 Edinburgh New Phil. Journ. N. XVII. p. 201.
2 Philos. Magaz. T. XLII. p. 182.
3 OLIVIER's Land- en Zee-Togten in Nederlands Indie. T.
cap. I.

Amhrym unter den neuen Hebriden im Archipelagus Espirito Santo befindet sich nach Cook ein Vulcan, einen ...en sah derselbe auf der Insel *Tanna* im J. 1774, wel... auch d'Entrecasteux im J. 1793 tobend fand. Unter ...Südsee-Inseln werden als vulcanisch vorzüglich genannt ...*Tana*, zuletzt von La Peyrouse beobachtet, *Sesarga* ... den Charlotteninseln und *Movée* im stillen Ocean. Auf ...Sandwichinseln sind mehrere Vulcane, und namentlich be...n sich sehr bedeutende, einander nahe liegende oder nur verschieden benannten Kratern versehene, auf der Insel ...ihi oder Hawaii. Es werden als solche erwähnt der *Mauna-*..., der *Mauna-Kea* (oder *Khoa*, auch *Kaa*, der Wohnsitz ... Göttin Pelee, welcher durch seine steten Ausbrüche die ...ohner schreckt) und der *Kirauea*, welche drei neuerdings ...h Douglas[1] erstiegen worden sind; auch ist der letztere, ...n seines verheerenden Ausbruches von 1803 bekannt, ...h die Missionaire mehrmals untersucht worden[2]. Neuer..., im J. 1838, wurde er durch den Grafen Strzelecki[3] ...gen, und dieser hält seinen Krater unter allen für den ...n und staunenswürdigsten, denn er hat auf dem 3851 Fufs hohen Berge eine Grundfläche von 9,45 Mill. Qua...fs und ist mit stets wallender glühender Lava erfüllt. ...twa 5 geogr. Meilen von Mauna-Roa in der Provinz ...ula liegt der *Panohohoa*[4], einer der gröfsten und be...sten aber ist der *Mauna-Wororai* oder *Mauna-Hua-*..., welcher in den Jahren 1801 und 1810 mächtige Lava... ergofs. Neuerdings hat Ellis[5] denselben einige Male ...gen. Er fand daselbst mehrere sehr grofse Krater, un...sen einen von unermefslicher, sicher 1000 F. betragender ..., einige anscheinend erloschen, andere, aus denen stets ...n und Schwefeldampf aufstiegen. Die Lava wurde einst

Berghaus Ann. 1835. Th. XI. S. 404.
Edinburgh New Philos. Journ. N. V. p. 45. N. XI. p. 151. N. ... 212. 371. Silliman Amer. Journ. T. XX. p. 228.
Froriep Not. Th. XI. N. 6.
Edinb. New Phil. Journ. N. X. p. 303.
Aus dessen Missionary Tour through Hawaii in Edinburgh ... of Science. N. XI. p. 187. Vergl. Silliman's Journ. T. XI. p. ...n. de Chim. et Phys. T. XXXIII. p. 425. Philos. Magaz. T. ...III. p. 252. Poggendorff's Ann. IX. 141.

bis 50 Fuſs hoch als Fontaine emporgeschleudert; auch
man dort so zarten Bimsstein, daſs ihn der Wind forth
Auch die *Osterinsel* und *Nukahiva* werden als vul
genannt[1], auf der Marquesas-Insel Domenica ist der
Ohiwaua[2] und auf der Societäts-Insel Otaheiti ist der
tige Vulcan *Tobreonu* von mehr als 11000 engl. Fuſs
In einer Bucht der Gallopagos-Insel Albemarle endlic
die ganze vulcanische Insel *Narborough* mit einem st
benden Feuerberge, dessen Ausbruch im Jahre 1814
kanntesten ist[3].

Auf Neuholland, so wenig auch diese ausgedehnte
von Land und zerstreuten Inseln zur Zeit schon beka
hat man jetzt noch thätige Vulcane gefunden. In
Ouingen oder *Wingen*, unweit des Hunter-Flusses, i
ger Entfernung von Sydney, befinden sich viele Spalt
denen unaufhörlich nach Schwefel riechende Dämpfe
ohne Zweifel Erzeugnisse eines unterirdischen Brandes
bei ist aber merkwürdig, daſs sich dort und umher
eine Spur von Lava oder geschmolzenen Felsmassen
weswegen man Anstand nimmt, den Berg für einen
chen Vulcan zu halten[4]. Die Höhe des Berges betr
gefähr 1500 engl. Fuſs, die Spalten befinden sich im
stein, die Ränder sind an einigen Stellen rothglühend
zuweilen verglast, und wo die Flammen herausdringen
die Vegetation zerstört, stellt sich aber beim Nachlassen
ben bald wieder her. Steine, die in die Spalten geworfen
fallen sehr tief hinab, bis in die Räume, wo man da
nen genau wahrnimmt[5]. Ein anderer, anscheinend
Vulcan, welcher schwarze Massen und Flammen ausw
bei *Segenhoe* beobachtet worden. Die Eingebornen w
nicht, sich dem Krater bis auf die Entfernung einer eng
zu nähern[6].

---

1 Kotzebue's Reisen. Th. II. S. 111. Th. III. S. 31 u.
2 Arago in Annals of Philos. 1824. Apr. p. 213.
3 Downes Voyage 1835. 8.
4 Nouv. Annales des Voyages. 1830. Fevr. p. 188.
5 Edinb. Journ. of Sc. N. S. N. IV. p. 270.
6 Ebend. N. II. p. 373.

III. Africa und die benachbarten Inseln.

Ein so grofser Welttheil, als das Festland Africa's, kann [...]nicht ganz ohne Vulcane seyn, inzwischen ist bekannt, [...]ausgedehnte Continente, mit Ausnahme America's, nur [...]ige solcher Berge aufzuweisen haben. KIRCHER nennt [...] nach älteren Missionsberichten zwei Vulcane in Mono-[...]pa, vier in Angola, Congo und Guinea, einen in Ly-[...] und einen in Habesch, allein neuere Reisende haben diese [...]aben nicht bestätigt, und auf jeden Fall könnten die Vul-[...] nur erloschene seyn. Am Congo will DOUVILLE[1] einen [...]can, den *Zambi*, von 10680 Fufs Höhe gesehn haben, er [...]nte ihn jedoch nicht untersuchen, weil ihm die Neger da-[...] nicht folgen wollten; allein dieser Nachricht steht die be-[...]ifelte Aechtheit der ganzen Reisebeschreibung entgegen. [...]wischen sind der *Djebel-Dokhân* in Aegypten und der [...]*oufan* im Innern von Africa entweder wirkliche Vulcane, [...]m stets Rauch aus ihnen aufsteigt[2], oder man müfste sie [...]den erwähnten Salmiakbergen in Asien ähnlich halten.

Die zu Africa gehörigen Inseln sind, wie die asia-[...]ten, fast ohne Ausnahme vulcanisch. Hauptsächlich ist [...]s der Fall bei der azorischen Insel *St. Michael* (Miguel)[3], [...]eren Nähe 1811 eine kleine Insel aus dem Meere empor-[...]ben wurde und bald wieder versank; auf Fayal ist der [...]rberg *Caldeira* und auf Pico der hohe Vulcan *Pico*[4], [...]her 7328 Fufs Höhe hat und mit zwei Kratern versehn [...] von denen der kleinere im J. 1718 thätig war. Unter [...] canarischen Inseln hat *Palma* einen Vulcan, welcher [...] und 1677 tobte, *Lanzerote* hat mehrere Krater[5], deren [...] im J. 1824 Feuer spie, am bedeutendsten aber ist der [...] *de Teyde* auf Teneriffa, welcher in der Mitte einer Masse

1 Voyage au Congo et dans l'Intérieur de l'Afrique équinoxiale. 1832. III T. 8.

2 Nouv. Ann. des Voyages. T. XXIV. p. 283.

3 Biblioth. Britann. 1812. Oct. Vergl. WEBSTER Description of [...] Island of St. Michael. p. 107.

4 Annals of Philos. 1824. Apr. p. 204.

5 L. v. BUCH in Berlin. Denkschr. 1818. S. 69. Im Jahre 1730 [...]de ein grofser Theil der Insel durch einen vulcanischen Ausbruch [...]tört.

von Basalten und Laven bis zu einer Höhe von 1143 aufsteigt, dessen Gipfel zwar aus seinem aus Lava ge ten kreisförmigen Krater seit Jahrhunderten keine Aus mehr zeigt, desto häufiger aber aus Seitenöffnungen[1]. Berg *Cahorra* gab im J. 1798 das Schauspiel eines A ches. Unter den Inseln des grünen Vorgebirges sche in dieser Beziehung bezeichnend *Fuego* (Feuerinsel) ge vorzugsweise vulcanisch zu seyn, da der auf ihr befi Berg ohne Unterlafs thätig ist[2]. Auf der Insel *As* (7° 56′ nördl. B., 14° 21′ westl. L. v. G.) ist ein we kannter Vulcan, auch auf *Madagascar* will man einen beobachtet haben, aus welchem stets Wasserdampf steigt[3], auf der Insel *Bourbon* aber (20° 51′ südl. B., östl. L. v. G.) ist einer der gröfsten Vulcane der Erde cher 7500 F. über den Meeresspiegel hervorragt un man die Insel kennt, nie ruhig war[4]. Einer der s neueren Ausbrüche fand statt den 27sten Febr. 1821. Nachricht in Bruce's Reisen aber, dafs ein Vulcan *Tier* im rothen Meere unter 15° 30′ nördl. B. existire, ich in späteren Schriftstellern nicht wiederholt. Auf d schen Africa und Neuholland südlich liegenden Insel *sterdam* (38° nördl. B., 78° östl. L. v. G.) ist gleichf grofser Vulcan und in seiner Gegend befinden sich Menge heifse Quellen.

IV. America und seine Inseln.

America ist bekannt wegen seines grofsen Reichth erloschenen und noch thätigen Vulcanen, wobei es schw beide gehörig von einander zu sondern. Man findet di vorzugsweise in seinem mittleren und südlichen Theile, sie erstrecken sich zugleich sehr weit nach Norden. M

1 Gray Bennet in Trans. of the Geol. Soc. T. II. L. in Berlin. Denkschr. 1820 u. 21. S. 93. Dessen physikal. Besch der Canarischen Inseln. Berl. 1824. 4. Poggendorff's Ann. X. 1 den Ausbruch des Vengo am Pico de Teyde im J. 1798 s. m qui in G. XXI. 248.

2 Hist. génér. des Voy. T. III. p. 190.

3 Annals of Phil. 1824. Apr. p. 205.

4 Ebendaselbst. Ueber den letzten Ausbruch s. Ann. de et Phys. T. XVIII. p. 417.

ss[1] giebt fünf Vulcane auf Californien an und auch an- e Nachrichten[2] bezeugen die Anwesenheit eines noch bren- den an der Küste von *St. Barbara* und die übrigen be- en sich auf der Halbinsel. Im Jahre 1786 sah Nicol ei- mächtigen Strom Lava aus einem Vulcane an der Mün- g des *Cook-River* sich ins Meer stürzen, welches ringsum Eis bedeckt war[3], der Berg *del Buon Tiempo* und der Einigen zweifelhafte Vulcan *de las Virgines* liegen gleich- s auf der Nordwestküste America's[4], aber auch auf der -Insel (58° 48′ nördl. Br., 133° 50′ westl. L. v. G.) Webster einen Vulcan[5], der grosse *Eliasberg* (61° nördl. 147° westl. L. v. G.) ist nach Faujas de st. Fond[6] ein nicht erloschener Feuerberg und auf *Aliaksa* (55° nördl. 157° westl. L. v. G.) bemerkte Kotzebue[7] im J. 1817 n damals noch brennenden Vulcan. Dieser Ort hängt mit Kette der aleutischen Inseln zusammen, die sehr vulca- h sind, und es wird daher hieraus, so wie überhaupt aus Nachbarschaft der zahlreichen gegenüberliegenden Reihen- sane wahrscheinlich, dafs sich auf der Nordwestküste Ame- 's noch mehrere, als die bis jetzt bekannten Feuerberge nden. Weit zahlreichere Vulcane werden aber weiter süd- angetroffen, und zwar im eigentlichen Festlande Ame- 's, wenn gleich gröfstentheils in den Küstendistricten. Ue- gehn wir zuerst den *Jorullo* als einen erloschenen Vulcan, welchem später die Rede seyn wird, so soll auch in see George's Staate am Indian River ein Vulcan seyn, und ar der kleinste, welcher überhaupt existirt, indem seine he nur 6 Fufs, sein Umfang aber unten 49 und am Krater Fufs 2 Zoll betragen soll[8]. Es scheint dieser der nämli- zu seyn, welcher als ein neu entstandener in der Provinz ex in New-York 4 engl. Meilen vom See George entfernt egeben wird[9].

1 Précis de Géogr. T. II. p. 463.
2 Kotzebue's Reise. Th. III. S. 17.
3 Kastner's Archiv. Th. VIII. S. 153.
4 Arago in Ann. of Philos. 1824. Apr. p. 205.
5 Edinb. New Phil. Journ. N. XVII. p. 205.
6 Journ. de Phys. T. LXIX. p. 48.
7 Dessen Reise. Th. II. S. 108.
8 Giornale Arcadico. T. XVII. p. 158.
9 Ann. de Chim. et Phys. T. XXX. p. 435.

Die Reihen-Vulcane von Mexico gehören zu den grö- ten und thätigsten im neuen Continente. Diese, deren gena Kenntniſs wir den Forschungen Al. v. Humboldt's verdank sind der *Citlaltepetl* oder *Pic d'Orizaba* von 16302 F. Hö der *Popocatepetl* oder groſse Vulcan von Puebla, der grö aller mexicanischen, von 16626 Fuſs Höhe und stets rauchen welcher neuerdings durch Wilhelm und Friedrich Gl nie und John Tayleur, später noch im Jahre 1834 du Groos bestiegen und untersucht wurde[1], der *Nauhcampat petl* oder *Coffre de Perotte*, der *Iztaccihuatl*, der *Nev de Toluca*[2], beide jetzt ruhend, der *Colima*, der *Tu* (Tuchtla), welcher im Jahre 1664 durch Aschenregen die U gegend gänzlich zu zerstören drohte, dann einen ähnlich Auswurf im J. 1793 wiederholte, wobei das Auswerfen zw Jahre anhielt, noch gegenwärtig stets raucht und 1829 du Jose Aurelio Garcia bestiegen wurde[3], und der *Pic* *Tancitaro*.

Der Landstrich, welcher die beiden groſsen Hälften Am rica's verbindet und das ganz vulcanische Meer der Anti einschlieſst, der Freistaat Guatimala, ist voll von groſs und stets thätigen Feuerbergen. Dahin gehören der *Bar* unter 8° 40′ nördl. B., südlich vom Golph Conchagua, de *Cosegüina* an derselben Bai, die dort auch Bai von Fonseca heiſst, unter 13° nördl. B., 87° 3′ westl. L. v. G., nicht meh als 500 Fuſs hoch, welcher 1709, dann 1809 und am stärk sten im Januar 1835 tobte[4], der *Bombacho*, der *Zapens* unter 10° 15′ nördl. B., der *Nindiri* mit starkem Ausbruch im Jahre 1775, der *Papaguio* unter 11° 10′ nördl. B., d *Grenada*, der *Talica* bei San Leon de Nicaragua, der M

---

1 Schweigger's Journ. T. L. S. 335. Nouv. Ann. des Voyag 1834. T. XXXIV. p. 44.

2 Genau beschrieben durch Sartorius in Hertha Th. X. S. 3 Vergl. v. Humboldt Essay. Pol. ed. 8. T. I. p. 188. Karsten's Archi Th. XIV. S. 93.

3 Burkhart in v. Leonhard's u. Bronn's Neuem Jahrb. der Min 1835. S. 36.

4 Caldcleugh in Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. VIII. p. 4 Vergl. Juan Galindo in Silliman's Journ. T. XXVIII. p. 33 u in Edinb. New Philos. Journ. N. XXXIX. p. 165. Philosoph. Trans act. 1836. P. I. p. 27. Poggendorff's Ann. XXXVII. 447. XLI. 22

tombo, der *Viego* beim Hafen Rialexo, der *St. Michael*, *Apalitlan*, der *Cocivina* in der Nähe des Golphs Concha-, ferner *Besotlan*, *Traapa*, *San Vincente*, *Sacate Coluca* Rio del Empa, der *Apaneca*, *Hamilpas*, *Atitlan*, *San vador*, *Isalco*, *Antigua* westlich vom Golph Amapulo, *de Guatimala* unter 14° 22′ nördl. B., 13985 Fuſs, dessen Ausbrüche von 1581, 1586, 1705, 1710, 1717, , 1737 bekannt sind, der *Acatinango*, *Sunil*, *Sa-que* und *Soconusco*, welche fast sämmtlich noch sehr Thätigkeit sind. Neugranada zeichnet sich nicht weniger zahlreiche vulcanische Kegel von unglaublicher Höhe Dahin gehört der Rücken des *Paramo de Ruiz* unge- unter 4° 57′ nördl. B., welchen Boussingault im J. rauchen sah[1], der Kegelberg von *Tolima* unter 4° 35′ B., 74° 20′ westl. L. v. G., nach trigonometrischer ung 17190 Fuſs hoch, also wohl der höchste Berg des icanischen Festlandes nördlich vom Aequator, dessen tion vom 12ten März 1595 erst neuerdings bekannt ge- en ist und welcher im J. 1826 unerwartet wieder zu anfing[2], der *Puraze* bei Popayan unter 2° 20′ nördl. 76° 40′ westl. L. v. G., 13650 Fuſs hoch, von welchem falls ein Fluſs mit gesäuertem Wasser herabflieſst[3], der can von *Pasto* unter 1° 11′ nördl. B., 77° 24′ westl. L. G., 12620 Fuſs hoch, der *Azufarl*, der *Cumbal* unter 0° nördl. B., 14717 Fuſs hoch, der *Imbabaru* unter 0° 20′ dl. B., der *Chilas* in der Provinz de los Pastos unter 0° südl. B., der Vulcan von *Fragua* bei Santa Rosa unter 47′ nördl. B., der *Guacamayo* in der Provinz Quixos und *Quebrada del Azufral* oder Schwefelberg bei Quindiu, fortdauernd heiſse Schwefeldämpfe aus Glimmerschiefer steigen[4]. Endlich wird dort noch der *Sotara* als Vulcan nnt und von Boussingault[5] der von *Tequères* dicht am quator. Ein Vulcan in der Provinz Guanaxato, 18 Meilen Lucratero, verheerte die umliegenden Gegenden am 15ten

---

1 S. v. Humboldt's Fragmente über Geologie und Klimatologie iens. S. 75.

2 V. Humboldt a. a. O. S. 73.

3 Ann. de Chim. et Phys. T. XXVII. p. 113.

4 V. Humboldt in Poggendorff's Ann. XLIV. 196.

5 Ann. de Chim. et Phys. T. LII. p. 18.

Febr. 1818, der *Arequipa* in Peru aber, auch *Pic de*
genannt, liegt nur 9 Meilen vom Meere entfernt und
neuerdings durch SAMUEL CURSON erstiegen[1].

Die gröfsten und ausgezeichnetsten Vulcane sind in
to[2], dessen ganzer hochliegender Theil eine durch gewal
Kräfte emporgetriebene Masse mit einer Menge Krater zu
scheint. Vom *Chimborazo*, der höchsten Spitze der A
Kette, sind keine Ausbrüche bekannt, obgleich seine Bes
fenheit ganz vulcanisch ist und seine heifsen Quellen die
fortdauernde Hitze oder noch statt findendes inneres Br
andeuten. Auch die übrigen Vulcane ergiefsen nur selten
häufiger sind dagegen die Ausbrüche von Schlamm. Di
deutendsten dortigen vulcanischen Kegel sind der *Ant*
von 17956 Fufs Höhe, welcher im Jahre 1590 und
tobte, der *Pitchincha* von 17644 F. Höhe, mit einem
heuern Krater oder eigentlicher mit vier Spitzen, der T
huma, Los Ladrillos, Guagua-Pichincha und Rucu-Pich
deren Ausbrüche in den Jahren 1535, 1577, 1639, 166
1690 bekannt sind[3], der *Cayambe-Urcu*, der *Nevado de*
tas oder *Capac-Urcu* oder *El Altar de Collanes*, der
nissa, der *Tunguragua* unter 1° 41′ südl. B., von 1547
Höhe (die aber beim Ausbruche von 1797 beträchtlich
mindert wurde), dessen erster Ausbruch im Jahre 164
kannt ist, der *Cotopaxi* von 17662 F. Höhe und der s
sten Kegelform unter allen Andesspitzen, welcher
1533, dann 1742, 1743 und 1744 spie, wobei sein B
200 Stunden weit gehört wurde, dann wieder 1750,
und 1803 stark tobte, eigentlicher aber von 1739 bis
fast ohne Unterlafs thätig war, ein durch sein Brüller
seine Gröfse, so wie die Menge der ausgeworfenen M
wahrhaft ungeheurer Vulcan[4] mit einem Krater von 28
Durchmesser, der *Sangai* oder *Macas* unter 1° 45′ sü

---

1 Boston Journal 1823. Nov. p. 351.

2 Genau beschrieben durch v. HUMBOLDT in Poggendorff's XL. 161. XLIV. 193.

3 BOUSSINGAULT fand den Rucu-Pichincha in voller Thät obgleich er bei der Anwesenheit BOUGUER's völlig zu ruhn schi Ann. de Chim. et Phys. T. LII. p. 22.

4 V. HUMBOLDT Reisen. D. Ueb. Th. III. S. 3 ff.

16080 F. Höhe, welcher seit 1828 stets tobt, und der *uerazo*, dessen gegenwärtige Höhe nur 14706 Fuſs be-, weil er durch Einstürzungen viel verloren hat, da er r vielleicht über den Chimborazo hinausragte, von wel- er ein Seitenkrater zu seyn scheint[1]. Bei seinem letz- Ausbruche im J. 1698 warf er eine groſse Menge Wasser Schlamm und vielen Fischen aus, die bei ihrer Verwe- die Luft der Umgegend verpesteten.

Die Angaben über die Vulcane in Chili weichen sehr von der ab, vermuthlich weil ihre Namen nicht so genau be- nt sind und daher die nämlichen unter verschiedenen Be- ungen vorkommen, manche Schriftsteller aber die erlo- en von den noch thätigen nicht genugsam unterscheiden; IG[2] meint sogar, es würden verschiedene genannt, die nicht existiren. Er selbst, den wir als einen zuverlässi- Zeugen betrachten können, sah nur den *Maipu*, den de *roa*, de *Chillan*, de *Antuco*, de *Pummahuidda*, de *Una- uen*, de *Cura*, de *Villa ricca*, de *Osorno*[3] rauchen. e scheinen fast alle nach den Orten benannt, in deren sie sich befinden, und können daher auch unter andern en vorkommen. Andere Schriftsteller[4] geben die Zahl der rberge in Chili zu 15 an, allein es werden deren weit r genannt, vielleicht auch deswegen, weil mehrere Krater nämlichen Vulcane als verschiedene aufgeführt werden, im en aber kennen wir die chilesischen Vulcane weit weni- als die übrigen der Andes-Kette. Um keinen zu über-, setze ich die sämmtlichen vorkommenden Namen her. e sind: der bei *Villa ricca*, der *Chillan*, *Calaqui*, *Chi- Huanchue*, *Copi*, *Llanguihue*, *Puravauco*, *Aconcagua*, *roa*, *Tucapel*, *Votuco*, *Huailecca*, *San-Clemente*, *San-*, *Minchiuno*, *Quechuacan*, *Chignol*, *Notuco*, *Maipú*, *uco* oder *Untoco*, *Ligua*, *Chuapa* oder *Lisnari*, *Co-*

1 Don Juan de Ulloa Voyage. T. I. p. 262.
2 Berghaus Ann. 1836. N. 140. p. 217.
3 Die Mannschaft des Schiffes Beagle sah Nachts in 80 Seemei- Entfernung das Feuer dieses Vulcans wie einen Stern und 160 eilen südlich von ihm gewahrte dieselbe den stets brennenden Cor- do. Nach öffentl. Blättern.
4 Molina Hist. Nat. de Chili. p. 30. Arago in Ann. of Philos. . Apr. p. 207.

quimbo, *Copiapo* und einer an der Mündung des Flusses *Ra-pel*[1]. Der Aconcagua, der höchste Berg in Chili, dessen Höhe PENTLAND[2] zu 22400 engl. Fufs (21018 franz. F.) angiebt, welchen PÖPPIG unter diesem Namen nicht als solchen aufführt, wird ein Vulcan genannt, und BYLANDT PALSTERCAMP[3] nennt aufserdem noch den *Minchimavida*, den Hua... auf der Insel Chiloe, den *Quecucabi*, *Chuanca*, *Osarno* und *Huanauco*, unter denen Osarno ohne Zweifel mit dem Osorno und der Chuança vermuthlich mit dem Huanchue identisch sind.

Die americanischen Inseln sind zum grofsen Theile gleichfalls vulcanisch und zwar in einem bedeutenden Grade, namentlich die Antillen. Auf Martinique ist der *Pelée* ein grofser Vulcan, welcher noch 1792 mit bedeutender Heftigkeit getobt haben soll[4], woran jedoch v. HUMBOLDT[5] zweifelt; der *Carbet* und *Vauclin* scheinen jetzt ruhende zu seyn. Ein Vulcan auf *Guadaloupe* dagegen raucht beständig, spie zuletzt im J. 1737 Feuer, drohete 1797 eine starke Eruption, warf aber blofs Asche aus und zeigt selten eine Flamme in der Mündung seines Kraters[6]. Der *Morne-Garou* auf St. Vincent war seit 1718 ruhig und schien erloschen zu seyn, als er 1812 wieder zu brennen anfing und den starken Aschenregen auf Barbados bewirkte[7]; er ist also der langen Ruhe ungeachtet den noch thätigen beizuzählen[8]. Ein Vulcan auf der Insel *St. Lucie* von nur 200 Fufs Höhe erzeugt eine Menge Schwefel, so wie der hiernach benannte Schwefelberg (auch *Mount misery* wegen der Nacktheit seiner oberen Fläche genannt) auf St. *Christoph*, welcher im J. 1692 noch brannte

1 KOTZEBUE's Reisen. Th. III. S. 24.

2 Edinburgh New Philos. Journ. N. XLVII. p. 227.

3 Théorie des Volcans. Par. 1835.

4 Ann. des Mines. T. III. p. 59.

5 Reisen. D. Ueb. Th. III. S. 38.

6 S. L'ESCAILLER in Journ. de Phys. T. LXII. u. L'HERMINIER ebend. 1815. Avr. et Sept. L'Institut 1837. p. 61.

7 Ann. de Chim. et Phys. T. IX. p. 216. Vergl. Quarterly Journ. of Science. N. Ser. N. XI. p. 31.

8 V. HUMBOLDT Reisen. D. Ueb. Th. I. p. 496. BREISLAK Inst. Geol. T. III. p. 403. Eine ausführliche Beschreibung und genaue Zeichnung desselben findet man in Philos. Trans. T. LXXV. p. 16.

nd beide müssen daher entweder als noch thätige Vulcane oder Solfataren betrachtet werden[1]. Auf *St. Domingo* befindet ch nach Bylandt Palstercamp[2] ein Vulcan von 5700 F. öhe, und aufserdem hat die Insel mehrere Solfataren, auch igen die furchtbaren Verheerungen auf Jamaica durch das ftige Erdbeben von 1692 deutlich, dafs auch unter dieser sel vulcanische Herde existiren müssen. Im südlichsten eile von America endlich, in Patagonien, wird der *Monte los Gigantes* als Vulcan angegeben[3], und selbst auf dem erlande soll nach Basil Hall[4] ein noch thätiger Vulcan n, noch weiter südlich aber, auf der Insel *Traverse* unter südl. B. und 31° 30′ westl. L. v. G., beobachtete Simo-ff einen stets rauchenden Vulcan[5], welcher also der süd-ste unter allen bekannten ist. Hiernach reichen die Vul-e auf der südlichen Halbkugel bis zum 56sten Grade der ite und auf der nördlichen, wenn wir den auf der Insel en als einen noch thätigen annehmen, bis zum 72sten. jeden Fall zeigt sich, dafs die Menge der Vulcane in der atorischen Zone am gröfsten ist und dafs sie mit zuneh-den Graden der Breite abnimmt; ob aber in beiden Polar-en gar keine weiteren Feuerberge existiren, und auf wel-n physikalischen Gründen diese ungleiche Vertheilung beruhe, e wichtige Frage ist bis jetzt noch nicht genügend beant-tet worden[6].

Dürfen die sämmtlichen hier genannten Feuerberge als h thätige gelten, wonach also verschiedene derselben, ob-ich sie in den letzten Jahren und selbst Jahrzehenten keine brüche zeigten, dennoch als noch fortdauernd brennende rachtet und auch die bedeutendsten Solfataren nebst den Sal-

---

1 V. Humboldt a. a. O. S. 34.

2 Théorie des Volcans. Par. 1835. T. I. p. 270.

3 V. Hoff Geschichte der Veränderungen der Erdoberfläche. Th. S. 477.

4 Journ. of Chile and Peru. 1824. T. I. p. 3.

5 Edinburgh Journ. of Science N. II. p. 346.

6 Die meisten bekannten Vulcane hat C. N. Ordinaire aufge-lt und ihren Zusammenhang in Gruppen und Reihen auf einer rte durch Zeichnung versinnlicht, s. Histoire naturelle des volcans nprenant les volcans soumarins, ceux de boue et autres phéno-nes analogues. Par. 1802. 8.

miak- und Schwefelbergen mit hinzugezählt würden, so beträgt ihre Gesammtmenge 297, wovon 26 auf Europa, 146 auf Asien und Polynesien, 15 auf Africa und 110 auf Amerika kommen. Die Genauigkeit dieser Angabe läfst sich zwar auf keine Weise verbürgen, denn aus den bereits wiederholt angegebenen Ursachen kann die Zahl allerdings zu grofs seyn, sie übertrifft auch die bisherigen Angaben bedeutend; wenn man aber berücksichtigt, wie wenig genau die vulcanischen Inseln der grofsen Oceane bisher untersucht worden sind, und wie häufig noch neuerdings die Seefahrer kleine Inseln mit Feuerbergen gesehn haben, die den früheren Reisenden entgangen waren, und wie oft Vulcane unerwartet wieder zu toben anfingen, die selbst mehr als ein Jahrhundert hindurch für erloschen galten, so dürfte die Zahl dennoch nicht zu grofs erscheinen.

Vulcanische Erscheinungen im Allgemeinen.

Bei weitem die meisten Vulcane liegen auf Inseln oder auf den Küsten der Continente in der Nähe des Meeres, und man glaubte daher in früheren Zeiten, das Eindringen des Seewassers sey nothwendige Bedingung der vulcanischen Thätigkeit, indem dieses namentlich die enorme Menge von Dämpfen und auch von Kochsalz darbiete, die als Erzeugnisse der Vulcane bekannt sind. Diese, hauptsächlich durch Nollet vertheidigte, Ansicht findet eine genügende Widerlegung durch einige asiatische Vulcane, welche zu weit entfernt von den nächsten Seen oder dem Meere liegen, als dafs an das Eindringen des gesalzenen Wassers zu denken wäre, wie vorzüglich Cordier[1] genügend gezeigt hat. Die beiden Berge, auf welche man sich deswegen am meisten bezieht, sind der *Pé-schan* oder der weifse Berg, welcher nach v. Humboldt von dem nächsten Meere, dem caspischen, 300, vom Eismeere 375, vom grofsen Ocean 405 und vom indischen Ocean 330 geogr. Meilen entfernt liegt[2], und der *Tourfan*

1 Journ. Asiat. T. V. p. 44. Ann. des Mines T. V. p. 135. Edinb. Phil. Journ. N. VII. p. 156. V. Humboldt's Fragmente u. s. w. S. ... Vergl. Ann. de Chim. et Phys. T. XLV. p. 337.

2 V. Humboldt setzt die Entfernung des Pé-schan vom Aralsee zu 225 geogr. Meilen. A. a. O.

ıtfernung vom nächsten Meere zwischen 300 und 400 :trägt. Dafs diese Berge aber wirkliche und noch ılcane sind, oder mindestens Solfataren, obgleich sie ›ise nur Salmiak liefern, das wird weder von Cor- h von v. Humboldt in Zweifel gezogen. Diese Ent- t zwar beträchtlich gröfser, als die des *Djebel-Kol-* Kordofan, dessen Abstand vom nächsten rothen Meere ›Ieilen beträgt, allein auch diese ist immer noch zu dafs man ein Eindringen des Seewassers in densel- .öglich halten könnte. V. Humboldt betrachtet da- die Behauptung, dafs die Andes-Kette da keine larbiete, wo sie sich vom Meere zurückzieht, als ·ündet, wie namentlich der *Pic* von *Tolima* be- lcher der vom Meere entfernten Andes-Kette zuge- eislak[1] bemerkt aufserdem ganz richtig, dafs eine rbindung der vulcanischen Herde mit dem Meere ulässig sey, weil erstere sonst sehr bald gänzlich t seyn würden. Betrachtet man dagegen die Lage ıaffenheit der Vulcane im Allgemeinen, so wird man ypothese geführt, dafs vulcanische Kräfte das jetzt· ›and, mindestens grofsentheils, durch eine stets ıschreitende Hebung über das Meer erhoben haben, im Ganzen die wenigsten Spuren vulcanischer Thä- ıerhalb ausgedehnter Continente, die meisten und ıber an Küsten oder auf Inseln angetroffen werden. ımt dann noch der Umstand, dafs feurige Ausbrüche ·n im Meere selbst angetroffen und zuweilen blei- eln dadurch gebildet werden. Dahin gehört die In- ·, nahe bei den Shetlands-Inseln, welche George den Sitz eines submarinischen Vulcans betrachtet, .sbruch er selbst im J. 1774 und Bruce 1768 be- :. Rauch und Flammen hat man oft, namentlich bei bei den Azoren, an den Küsten von Kamtschatka, adronen u. s. w. aus dem Meere aufsteigen gesehn; sendsten aber sind die Entstehungen wirklicher In- :em Meere, z. B. der Insel Sabrina und neuerdings n, wovon später die Rede seyn wird. Auch an der

ıtutions géol. T. III. p. 114.

·n. de Phys. T. LXXXIX. p. 316.

Küste von Island, in der Richtung des Hecla, sah
am 19ten Nov. 1563 unter starkem Getöse und mit
den Erderschütterungen eine unglaubliche Menge F
dem Meere aufsteigen, und ein ähnliches Phänome
im J. 1783 beobachtet. Endlich folgert auch Dau
wiederholt verspürten heftigen Stöfsen auf dem Me
sich etwas südlich vom Aequator unter etwa 24° we
G. zwischen Cap des Palmes und Cap Saint-Roque
marinischer Vulcan befinde. Zugleich ist ein a
Strecken hin statt findender und selbst unter de
hin fortlaufender Zusammenhang vieler Vulcane kaum
zweifeln.

L. v. Buch unterscheidet *Reihenvulcane* und
vulcane, wovon die ersteren unter sich, die letzteren
sie umgebenden zusammenzuhängen scheinen. Einen
Zusammenhang der Vulcane, und dafs nur selten einz
lirt angetroffen werden, hat insbesondere A. v. Hu
zuerst sehr genau nachgewiesen, dessen Forschungen
sem Gebiete der Naturwissenschaften überhaupt zu d
sten und gründlichsten zu zählen sind. So gehören
die von Neapel und Sicilien zusammen, die der ca
der azorischen Inseln, der kleinen Antillen, die mexic
die von Guatimala und von Quito. Die sämmtlichen
der canarischen Inseln sind blofse Krater eines unter de
befindlichen Centralvulcans, dessen Brand im 16ten
dert abwechselnd auf *Palma*, *Lanzerote* und *Teneri*
Ausbruche kam. Einen Zusammenhang zwischen den
den liparischen Inseln und dem Aetna kann man
wechselnden Ausbrüchen leicht folgern, und vorzüglich
solcher bei manchen americanischen Reihen sehr
die zuweilen das Ansehn haben, als wären sie au
Hohlwege oder einer Spalte emporgetrieben, wobei
Umstand bemerkenswerth ist, dafs ihre Reihenfolge
der allgemeinen Reihenfolge der Cordilleren zusam
bald auf dieser fast lothrecht steht. Hiernach würde

1 Compt. Rend. T. VI. p. 512. Poggendorff Ann. XLV
2 Ueber den Bau und die Wirkungen der Vulcane. B
In Berliner Denkschriften. 1822 u. 1823. S. 137. Vergl. Edinb
Phil. Journ. N. X. p. 222.

ene Theil von Quito nicht aus einzelnen Vulcanen bestehn, dern aus einer gemeinschaftlichen, von Norden nach Süden erstreckenden Wölbung, über welcher der Cotopaxi, Tunhua, Antisana und Pichincha als einzelne Oeffnungen sich eben und aus deren einem oder dem andern die vulcanin Erzeugnisse ihren Ausgang nehmen. Als einen Beweis den innern Zusammenhang mancher Gruppen oder Reihen Vulcanen betrachtet v. HUMBOLDT[1] die Folge und den hsel ihrer Ausbrüche. So war z. B. am 27sten Sept. ein vulcanischer Ausbruch auf Guadaloupe, im Novemng der Pasto an zu rauchen, am 14ten December war erstörung von Cumana und am 4ten Febr. 1797 die von mba, nachdem der 16 franz. Meilen davon entfernte , gleichsam als sey er verstopft, zu rauchen aufgehört Auf gleiche Weise erhob sich am 30. Jan. 1811 die Sabrina bei den Azoren mit gleichzeitiger Erschütterung 00 franz. Meilen westlich liegenden Antillen, im Mai n das Erdbeben auf St. Vincent, und hierauf folgten in itte Decembers die Erschütterungen im Thale des Mispi und Ohio, die bis 1813 dauerten, wie nicht minder ie am 26sten Dec. 1811 anfangenden Erdbeben in Caram 26sten März 1812 die Zerstörung von Caracas und am n April der Ausbruch des Vulcans St. Vincent folgte. Zerstörungen, die sich über einen Landstrich zwischen nd 36° nördl. B. und 29° bis 89° westl. L. v. G. verten, betrachtet v. HUMBOLDT[2] als von einem ausgedehnnd tiefen vulcanischen Systeme ausgehend. Mit dem ben der Insel Sabrina und der Zerstörung von Caracas zusammen die steten Erdbeben in den Thälern des Mispi, Ohio und Arkansas seit dem 16ten Dec. 1811 und it unterirdischem Donner verbundenen in Tenessee, Ken, Neumadrid und Little-Prairie, die bis 1813 dauerten, das Erdbeben, welches Caracas zerstörte, verbreitete sich die Provinzen Venezuela, Varinas, Maracaibo und die rge im Innern des Landes. Eben dahin gehört die weite reitung des Erdbebens von 1755, welches seinen Haupt- in Lissabon hatte, und das Auswerfen des Erdpechs ins

1 Reisen. Deutsche Ueb. Th. III. S. 32.
2 Relation histor. Liv. V. chap. 1.

todte Meer bei den Erdbeben in Syrien, wodurch gegen die zerstörenden Wirkungen der letzteren wird. Zuweilen scheinen sich die vulcanischen Oper langen unterirdischen Zügen weiter zu verbreiten[1], j Zusammenhange ausgebrannter und thätiger älterer u Vulcane liefse sich ohne grofse Schwierigkeit eine tende Erhebung des gegenwärtig trocknen Landes Meere nachweisen, wenn es zweckmäfsig wäre, au che, nothwendig sehr viel Hypothetisches enthalten die erforderliche Mühe zu verwenden. Eine ne dieses Problems hat Bylandt Palsterkamp[2] aufge über jedoch, so viel ich weifs, die Sachverstän nicht abgeurtheilt haben. Hiernach giebt es zwei Centralpuncte, einen orientalischen unter der Ins und einen occidentalischen im Meer der Antille Insel Jamaica, von welchen beiden aus in Radien, Kreistheilung gezogen, die übrigen Vulcane vert sollen, was jedoch in gröfster Strenge schwer dar seyn dürfte. Noch schwieriger läfst sich der glei äufserte Zusammenhang zwischen den periodischen wie den Meeresströmungen und der Lage der Vul weisen, unmöglich aber ist dieses in Beziehung auf tischen Curven. Einen Zusammenhang aller Vul einander hat Ordinaire[3] nachzuweisen gesucht, aber ordnet sie nach Aequator und Meridianen, v weiter prüfend einzugehn nicht zweckgemäfs seyn

Die Erscheinungen, welche tobende Vulcane sind einander sehr ähnlich, unterscheiden sich m durch gröfsere oder geringere Heftigkeit und bestehn meinen im Aufsteigen von Rauch, Wasserdampf u säulen, im Ergusse von Laven und im Auswerfen alle Vorstellung hinausgehenden Menge von Asche, nen und gröfseren Steinen vermengt, wozu dann im noch die begleitenden oder vielmehr mit ihnen w

---

1 D'Aubuisson Traité de Géognos. T. III. p. 218.

2 Théorie des Volcans. Hauptsächlich T. I. Avant-p

3 Histoire naturelle des Volcans. Par. 1802. 8.

4 Ideen zu einem vulcanischen Erdglobus u. s. w. 1812. 8.

eben kommen. Sie sind so oft und so genau in Schrif-
und öffentlichen Blättern beschrieben, dafs eine Mitthei-
derselben hier überflüssig erscheinen mufs[1]. Im Allge-
nen sind ferner die kleineren Vulcane die unruhigsten, die
ten am ruhigsten und selten tobend, aber desto furcht-
r, je seltener dieses einmal geschieht. Der Stromboli
unausgesetzt Feuer, Rauch und Asche aus, der Vesuv
g, der Aetna selten und der Pico di Teneriffa zeigte erst
einer Ruhe von 92 Jahren wieder einen Ausbruch[2]. Eine
hwolke über dem Vesuv erregt kaum Aufmerksamkeit, da
oft zwei bis drei Jahre anhaltend raucht und in geringer
Schlacken auswirft, so dafs man zuweilen nicht unter-
den kann, ob ein solcher Ausbruch während eines Erd-
in den Apenninen stärker oder schwächer wird, die
e in den Cordilleren dagegen ruhn meistens zehn Jahre
darüber, nachdem sie einige Minuten Schlacken ausge-
haben, und zwischen ihren stärkeren Ausbrüchen lie-
meistens 30 bis 40 Jahre Zwischenraum[3]. Die Ursache
ist vermuthlich die, dafs in den unermefslich grofsen
n dieser Vulcane die stärksten Verbrennungsprocesse
hn können, ohne dafs die Spuren hiervon äufserlich
ar werden, wiewohl auch noch andere Bedingungen hier-
wirken können. Im Ganzen übersteigen die Wirkun-
er gröfseren Feuerberge alle Vorstellungen und Hamil-
gt hierüber mit Recht, dafs 1000 Menschen in 10000
nicht solche Veränderungen hervorzubringen vermögend
würden, als der Vesuv bei seinem Ausbruche im Jahre
in wenigen Stunden.

Die vorzüglichsten Ausbrüche des Aetna und des Vesuv
bereits oben bei der Nennung dieser Feuerberge erwähnt
en, vielleicht giebt es aber überhaupt keine verheerenderen
furchtbareren, als die der isländischen, weil diese mit zu den
ten gehören und fast alle wegen ihrer Höhe und ihrer

---

1 Vergl. Ducarla in Journ. de Phys. T. XX. Besonders Hamil-
n. a. O. Leop. v. Buch in Bibl. univ. T. XVI. p. 227. Nach
terem bestehn vier Perioden: 1) Erdbeben; 2) Auswurf von Lava
der Seite des Vulcans; 3) Ausbruch der Asche aus dem grofsen
er; 4) das Aufsteigen der Mofetten.

2 Bakewell Einleitung u. s. w. S. 174.

3 v. Humboldt Reisen. Deutsche Ueb. Th. III. S. 29.

aus, von welcher ein Strom schon in 4 Stunden das Meer erreichte, während ein zweiter eine andere Richtung nahm. Alles dies war von stetem Beben des Bodens und einem starken Aschenregen begleitet, so dafs ein grofser Theil der Insel dadurch verwüstet wurde[1]. Beim Toben des Riesenvulcans *Cotopaxi*, welcher noch 300 Meter höher ist, als wenn man den Vesuv auf den Pico di Teneriffa setzte, erhob sich im Jahre 1738 eine Feuersäule bis zu 900 Meter über den Rand des Kraters, am 4ten April 1764 aber wurde die Luft durch die ausgeworfene Asche so verfinstert, dafs die Bewohner der Städte Hambato und Takunga bis 3 Uhr Nachmittags mit Laternen gehn mufsten. Im Jahre 1803 fing nach mehr als zwanzigjähriger Ruhe die Explosion damit an, dafs nach Verlauf einer einzigen Nacht die sonst mit Schnee bedeckten Wände des oberen Kraters sich in der eigentlichen Schwärze verschlackter Laven zeigten. V. Humboldt und Bonpland hörten im Hafen von Guayaquil, 250 franz. Meilen in gerader Richtung vom Rande des Kraters, das entsetzliche Brüllen des Berges, welches dem Getöse abgefeuerter Batterien glich, und selbst auf der Südsee südwestlich von der Insel de la Puna, war das Toben zu hörbar.

Unter die Wirkungen der Vulcane rechnet man hauptsächlich das Erheben ganzer Strecken und die Bildung neuer Inseln, von denen man glaubt, dafs sie ihre Existenz ein Emporsteigen aus der Tiefe des Meeres verdanken, wie die anderntheils namentlich Theile der Küsten oder Inseln (letztere ganz in die unter ihnen befindlichen grofsen Höhlen wieder versunken seyn sollen. Sofern wir uns bei diesen Untersuchungen auf historische Thatsachen beschränken müssen, abstrahiren wir zuerst von der Würdigung der neuen übrigens sehr wahrscheinlichen, geologischen Hypothese, nach die Gesammtmasse des jetzigen trocknen Landes ursprünglich durch vulcanische Kräfte aus dem die ganze Erde bedeckenden Meere emporgehoben worden seyn soll, so dafs also die B am höchsten gehoben worden seyn müfsten[2], und es fragt vielmehr, ob seit dem Trockenlegen und während der l

1 Transactions of the New-York Phil. Soc. T. I. p. 315.

2 Vergl. *Geologie*. Bd. IV. S. 1284.

der grofsen Continente und der Inseln noch solche er-
nde und zerstörende Wirkungen, wodurch namentlich
Inseln emporgehoben oder wieder ins Meer versenkt
en, durch vulcanische Kräfte hervorgebracht worden sind.
Resultate der Untersuchung über den Untergang früher
ndener Inseln sind bereits dem Zwecke genügend mitge-
worden[1] und gehören um so weniger hierher, je schwieri-
seyn würde, ihren Untergang durch vulcanische zerstörende
nur wahrscheinlich zu machen. Ungleich gröfsere Wahr-
lichkeit hat dagegen die Hypothese für sich, dafs einige
er, und vorzüglich Inselgruppen, aus dem Meere empor-
en worden sind[2], wie unter andern namentlich von den
ten behauptet wird[3]. Auf jeden Fall sind die Verände-
en, welche das Feuer angerichtet hat, von sehr grofser
atung.

Als Hauptphänomene dieser Art können genannt werden
Entstehn von Hügeln und selbst Bergen durch aufge-
Lava, Steine und Asche. So entstand namentlich im
1538 auf diese Weise der *Monte nuovo* oder *Monte di*
re bei Puzzuolo, dessen Höhe 2000 Fufs erreicht, bei ei-
Umfange von einer halben Meile, und dennoch dauerte
Entstehung nur 48 Stunden. Nach gröfster Wahrschein-
eit ist der danebenliegende *Monte Barbaro* oder *Gauro*
gleiche Weise entstanden[4], so wie im Jahre 1795 ein
auf *Unalaschka*[5]. Die Krater der Vulcane und ihre
sten Spitzen bestehn allgemein aus Lava und Schlacken,
en und Asche, die aus dem Innern der Berge emporge-
udert oder über den Rand geflossen eine Erhöhung zu
ge gebracht haben, wenn gleich auf der andern Seite nicht
n grofse Massen vom oberen Theile der Vulcane wieder
ie Krater hinabstürzen. Im Ganzen scheinen die Feuerberge
unten emporgehoben worden zu seyn[6], und dafs solche He-

---

1 Vergl. *Geologie*. Bd. IV. S. 1314.

2 Kant phys. Geogr. Th. II. Abth. 1. S. 438.

3 Kotzebue's Reisen. Th. II. S. 106.

4 Scip. Breislak Topogr. fisica cet. Firenze 1798. Faujas de St.
d sur les Volcans. p. 16.

5 Langsdorff's Reisen. Th. II. S. 209.

6 Poullet Scrope ist gegen diese Ansicht und hält die vulcani-

bungen statt finden können,
menen der submarinischen Vulcan
hung des *Jorullo* oder *Xorullo*,
uns die genauesten Nachrichten
östlich vom Pic von Tancitaro,
Küste und 42 Meilen von jedem
weiten Ebene, über welche er
ausgebreitete, vorher durch ihre
Ebene erstreckt sich von den Hügeln
nach Taipa und Petatlan und hat ein
Meter über der Meeresfläche. Ungew
sonstige Zeichen kündigten an, dafs
durch vulcanische Einflüsse gelitten hatte
die spätere Katastrophe verwüstete Ebene,
ausgezeichnet reich durch künstliche Bew
Pflanzung (*Hacienda*) des San Pedro
1759 hörte man plötzlich ein starkes unter
gleitet von heftigen Erderschütterungen,
men von 50 bis 60 Tagen sich erneuerten,
gänzlich aufhörten, als in der Nacht vom
das Toben wieder anfing. Die Bewohn
Berge von Aguasarco und sahen, dafs ein
franz. Quadratmeilen Inhalt, welcher unter
pays bekannt ist, blasenartig in die Höhe
so dafs sein Rand nur 39 Fufs über die
Jorullo emporragt, aber die wachsende E
Mitte bis zu einer Höhe von 524 Fufs wächs
zeugen sahen Flammen über einer Fläche von
ben Quadratlieue aufsteigen und brennende F
aufserordentlicher Höhe emporgeschleudert werd
Cuitambo und San Pedro stürzten sich in die b
ten, wodurch das Feuer vermehrt zu werden
Auswurf von Schlamm mit Stücken basaltischer
mengt eintrat. Tausende kleiner Kegel, etwa

---

schen Kegel für Anhäufungen von ausgeworfenen und
vulcanischen Producten; s. Considerations on Volcanos.

1 Essai sur la nouv. Espagne. 3me Liv. T. I. p.
géognost. p. 351. Journ. de Phys. T. LXIX. p. 148.
XLI. p. 389. Edinb. Journ. of Sc. N. VII. p. 50. u. a. a.

und aus diesen stiegen heiſse Däm-
en Temperatur zwar stets abnimmt,
ie im J. 1803 noch = 95° C., auch
iarola, aus welcher dicker Dampf
stieg. Die Eingebornen nennen sie
i zwischen diesen Fumarolen erho-
von 100 bis 500 Meter über der
te bildet jetzt den Vulcan Jorullo,
en und vulcanische Producte auszu-
0, von welcher Zeit an seine Thä-
die Einwohner wiederkehrten, ob-
s auf 48 franz. Meilen fortgetrieben
end wieder mit Vegetabilien überzo-
anfangs wegen der heiſsen, aus den
t sehr bedeutend war, hat sich bis
nach dem Zeugnisse von Bullock,
ıchte [1], ist selbst die Temperatur der
bedeutend herabgegangen, weil nach
ıälig abkühlt. Man zeigt noch jetzt
San Pedro, die in jener Nacht ver-
2000 Meter mehr westlich in der
ıls klare Mineralquellen hervorbre-
l ihre Wärme noch 52°,7. In je-
Iorast, etwa 9 Schritte breit, mit
wefelwasserstoff-Quelle. Der Jo-
ns ganz der Kette der mexicani-
ope hält die Entstehung dessel-
Aufhäufung vulcanischer Massen,
veitem meisten Geognosten, vorzüg-
v. Buch [2], sind hiervon verschie-
nd die Krater der meisten Vulcane
und bloſs ihre Oberfläche ist mit
leckt. Hierfür entscheiden insbe-
Schichten, die man beim Hinein-

les of Geology. T. I. p. 378.

9 u. 20. Ueber die canar. Inseln a. v.
VII. 169. Edinb. New Phil. Journ. N.

bungen statt finden können, dieses zeigt, aufser den Phä- menen der submarinischen Vulcane, hauptsächlich die En- hung des *Jorullo* oder *Xorullo*, worüber Al. v. Hum- uns die genauesten Nachrichten mitgetheilt hat. Dieser östlich vom Pic von Tancitaro, 36 franz. Meilen von Küste und 42 Meilen von jedem thätigen Vulcane auf ei- weiten Ebene, über welche er 517 Meter emporragt. ausgebreitete, vorher durch ihre Fruchtbarkeit ausgezeich- Ebene erstreckt sich von den Hügeln von Aguasarco bis nach Taipa und Petatlan und hat eine Höhe von 750 bis 8 Meter über der Meeresfläche. Umgebende Basalthügel sonstige Zeichen kündigten an, dafs die Gegend schon frü- durch vulcanische Einflüsse gelitten haben müsse. Die die spätere Katastrophe verwüstete Ebene, sehr fruchtbar ausgezeichnet reich durch künstliche Bewässerung, gehörte Pflanzung (*Hacienda*) des San Pedro de Jorullo. Im J. 1759 hörte man plötzlich ein starkes unterirdisches Getöse, be- gleitet von heftigen Erderschütterungen, die in Zwischenräu- men von 50 bis 60 Tagen sich erneuerten, im September gänzlich aufhörten, als in der Nacht vom 28sten auf den 29sten das Toben wieder anfing. Die Bewohner flohen auf Berge von Aguasarco und sahen, dafs ein Tractus von franz. Quadratmeilen Inhalt, welcher unter dem Namen Mal- pays bekannt ist, blasenartig in die Höhe gehoben wurde, so dafs sein Rand nur 39 Fufs über die Ebene Playas de Jorullo emporragt, aber die wachsende Erhebung in ihrer Mitte bis zu einer Höhe von 524 Fufs wächst. Die Augen- zeugen sahen Flammen über einer Fläche von etwa einer hal- ben Quadratlieue aufsteigen und brennende Felsstücke bis zu aufserordentlicher Höhe emporgeschleudert werden. Die Flüsse Cuitambo und San Pedro stürzten sich in die brennenden Spal- ten, wodurch das Feuer vermehrt zu werden schien und ein Auswurf von Schlamm mit Stücken basaltischer Felsarten ver- mengt eintrat. Tausende kleiner Kegel, etwa zwei bis drei

---

schen Kegel für Anhäufungen von ausgeworfenen und ausgeflossenen vulcanischen Producten; s. Considerations on Volcanos. A. a. O.

1 Essai sur la nouv. Espagne. 3me Liv. T. I. p. 248. Essai ...at. p. 351. Journ. de Phys. T. LXIX. p. 148. Bibl. Brit. T. ... 389. Edinb. Journ. of Sc. N. VII. p. 50. u. a. a. O.

hoch, erhoben sich, und aus diesen stiegen heiſse Däm-
d Gasarten auf, deren Temperatur zwar stets abnimmt,
nd v. Humboldt sie im J. 1803 noch = 95° C., auch
er eine kleine Fumarola, aus welcher dicker Dampf
15 Meter Höhe aufstieg. Die Eingebornen nennen sie
(*Hornitos*). Mitten zwischen diesen Fumarolen erho-
ich 6 groſse Massen von 100 bis 500 Meter über der
n Ebene; die höchste bildet jetzt den Vulcan Jorullo,
r fortfuhr, zu brennen und vulcanische Producte auszu-
bis zum Jahre 1760, von welcher Zeit an seine Thä-
, so daſs die Einwohner wiederkehrten, ob-
angs die Asche bis auf 48 franz. Meilen fortgetrieben
mälig ist die Gegend wieder mit Vegetabilien überzo-
, die Hitze, die anfangs wegen der heiſsen, aus den
strömenden Luft sehr bedeutend war, hat sich bis
r vermindert, und nach dem Zeugnisse von Bullock,
Gegend später besuchte[1], ist selbst die Temperatur der
heiſsen Quellen bedeutend herabgegangen, weil nach
die Lava sich allmälig abkühlt. Man zeigt noch jetzt
Cuitamba und San Pedro, die in jener Nacht ver-
, jetzt aber etwa 2000 Meter mehr westlich in der
ung der Hornitos als klare Mineralquellen hervorbre-
V. Humboldt fand ihre Wärme noch 52°,7. In je-
egend ist auch ein Morast, etwa 9 Schritte breit, mit
sehr gesättigten Schwefelwasserstoff-Quelle. Der Jo-
schlieſst sich übrigens ganz der Kette der mexicani-
Vulcane an. Schope hält die Entstehung dessel-
für eine gewöhnliche Aufhäufung vulcanischer Massen,
die Ansichten der bei weitem meisten Geognosten, vorzüg-
vertheidigt durch L. v. Buch[2], sind hiervon verschie-
denn nach diesen sind die Krater der meisten Vulcane
innen herauf gehoben und bloſs ihre Oberfläche ist mit
nischen Producten bedeckt. Hierfür entscheiden insbe-
re die Hebungen der Schichten, die man beim Hinein-

1 Vergl. Lyell's Principles of Geology. T. I. p. 378.

2 Berliner Denkschr. 1819 u. 20. Ueber die canar. Inseln a. v. Poggendorff's Ann. XXXVII. 169. Edinb. New Phil. Journ. N. I. p. 190.

steigen in die Krater wahrnimmt, die Lava fliefst aufserde zu schnell, um bei der starken Neigung der Flächen solch Kegel mehr als eine dünne Schicht der glühenden Masse zu rückzulassen, die übrigen ausgeworfenen Substanzen rollen sie gleichfalls zu sehr herab. Zuweilen haben aufserdem Beob achter bemerkt, dafs die Lava diejenigen Stellen des Berge wo sie durchbricht, in die Höhe hebt und dadurch beträch liche Hügel bildet, wie am Aetna im J. 1669 und beim Ve suv 1760 der Fall war[1]. Alle Felsarten, selbst die Urgebirg nicht ausgenommen, findet man auf diese Weise gehoben und durchbrochen. Der Monte nuovo ist hiernach keine Aufhäu fung von Schlacken, sondern ein auf gleiche Weise entstan dener Krater, ein sogenannter *Erhebungskrater* (*cratère d'élé vation; crater of elevation*). Es würde überflüssig seyn, die vielen von den neueren Geologen auf unleugbare Thatsachen gestützten Beweise für die Hypothese einer solchen von in nen bewirkten Hebung der gewölbeartig aufgetriebenen vulca nischen Berge hier zusammenzustellen[2], woraus zugleich her vorgeht, dafs die hierdurch bewirkten Veränderungen vie ler Theile der Erdoberfläche ungleich bedeutender sind, als diejenigen, die durch Ausbrüche offener Krater angerichtet wor den. Man begreift auch leicht, wie v. HUMBOLDT[3] richtig bemerkt, dafs die im Innern sich entwickelnden elastischen Flüssigkeiten die Erde vor der Eröffnung der Krater stärker heben mufsten, da noch jetzt Oeffnungen gegen die Wirkun gen der Erdbeben schützen.

Aehnlichen Hebungen verdanken die neu entstandenen In seln ihren Ursprung, auch lassen sich Thätigkeitsäufserungen der submarinischen Vulcane darauf zurückbringen. Von vie len, durchaus vulcanischen Inseln ist diese Entstehungsart im höchsten Grade wahrscheinlich, von andern aber ist sie that sächlich erwiesen worden. In der Nähe der Insel *St. Erini* im griechischen Archipelagus häuften sich schon im J. 726 die vulcanischen Substanzen durch einen Ausbruch unter dem Meere zu einer bedeutenden Masse, wurden 1427 und 165

---

1 BREISLAK Instit. Geol. T. III. p. 134.

2 S. BISCHOF in Edinburgh New Phil. Journ. N. LI. p. 64.

3 Poggendorff's Ann. XLIV. 199. Vergl. Edinb. New Phil. Journ N. XXIII. p. 197.

einem Erdbeben beträchtlich vermehrt und wuchsen 1707 einer kleinen Insel an[1]. Nach den Zeugnissen der Alten mt man an, dafs die Insel *Santorin* und einige benach- des griechischen Archipelagus aus dem Meere emporge- n worden sind, auch wird behauptet, dafs in den Jahren 1707 1708 bei einem Erdbeben eine neue Insel unweit der grö- n aus dem Meere entstanden sey[2]; Andere ziehn dagegen Sicherheit dieser Nachrichten in Zweifel und betrachten Veränderungen dieser Insel während der historischen Zeit : als ein Zerreifsen derselben und als ein Niedersinken elner Theile[3], was auch an andern Orten zuweilen vor- nt. Leopold v. Buch[4] setzt dagegen das Entstehn ei- neuen Insel in jener Gegend nach den Angaben von Vir- aufser allen Zweifel. Hiernach erhebt sich die Insel chen Mikro-Kameni und dem Hafen von Phirae auf San- allmälig aus dem Meere. Im Jahre 1810 war sie noch Ellen unter der Oberfläche des Meeres, als aber im Jahre Virlet und der Obrist Bory die Tiefe mafsen, betrug nur noch etwa 4 Ellen, und seitdem hat sie so sehr nommen, dafs sie nach der neuesten Messung des Admi- Lalande im September 1835 nur noch zwei Ellen be- t, wonach man das Erscheinen der Insel, deren Gipfel) Fufs von O. nach W. und 1500 Fufs von N. nach S. t, gegen 1840 erwartet[6]; in geringer Entfernung von der- m ist aber die Tiefe sehr grofs, wonach man eine steil llende Insel zu erwarten hat. Sicher ausgemacht ist das hn einer kleinen Insel in der Nähe der aleutischen In- Umnak. Auf letzterer befand sich der russische Agent ukof im Jahre 1796 und sah einige Tage hindurch star- Rauch und Feuerflammen aus dem Meere aufsteigen, dem- st eine schwarze Spitze zum Vorschein kommen, welche r auswarf und fortwährend an Gröfse zunahm. Im Jahr wurde sie von Jägern besucht, die sie noch heifs fan- , 1817 aber hatte sie eine Höhe von 350 Fufs und einen

1 Phil. Trans. T. XXVI. p. 68.
2 Sonnini Reise nach Griechenland u. d. Türkei. S. 119.
3 Vergl. d'Aubuisson Traité de Géogn. T. I. p. 405.
4 Poggendorff's Ann. XXXVII. 183.
Bullet. de la Soc. géol. de France. T. III. p. 109.
L'Institut. 1836. N. IV. p. 169.

Umfang von 2,5 Meilen[1]. Ganz dieser Erfahrung äl
eine andere, welche Pöppig[2] mittheilt. Im Jahre
blickte man vom americanischen Schiffe des Capitain
in 30° 14' südl. B., 178° 15' östl. L. v. G. eine u
kleine Insel, aus deren Mitte sich ein dicker Rau
Die Mannschaft eines sich nähernden Bootes sah eine
zen, von aller Vegetation entblöfsten Felsen, welc
einige Fufs über das Wasser emporragte. Um das
die Untiefe zu ziehn, sprangen die Matrosen ins Wa
ten aber augenblicklich erschreckt zurück, weil d
Wasser ihre Füfse empfindlich verbrannt hatte. Ma
Rauch aus mehreren Spalten dringen, der Krater
Schritt im Durchmesser und der submarinische Fel
sich so steil, dafs schon bei 100 Faden Entfernung k
zu finden war, und dennoch betrug die Wärme de
auf 4 engl. Meilen Entfernung 5° bis 8°,3 C. mehr, a
wöhnliche unter dieser Breite. Hierher gehört
grofse basaltische, aus dem Meere gehobene Masse
d'Acunha genannt, im südlichen atlantischen Meere
der Capitän Carmichael im Jahre 1816 untersuchte
9 Lieues im Umfange bei einer Höhe von 8000 F
Rand des mit Wasser gefüllten Kraters aber hält
im Durchmesser[3]. Am 12ten Febr. 1839 bemerkte
Commandant einer chilesischen Brick im Südmeere,
gegenüber ein Erdbeben, gegen Abend aber erhob
Felsen aus dem Meere, um welchen herum mehr
chen, hauptsächlich in der Richtung von S. nach N.
kamen. Die ganze Gruppe hatte eine Ausdehnung v
führ 9 engl. Meilen, die höchste Spitze ragte etwa 400
den Meeresspiegel hervor, auch zeigten sich bei Nach
feurige Erscheinungen, als bei vulcanischen Aus
Aufser dieser, aus öffentlichen Blättern entnommen
richt ist bis jetzt noch nichts weiter über diese Insel
kannt geworden.

---

1 Kotzebue's Reise. Th. II. p. 106.

2 Dessen Reise. S. 164. L. v. Buch a. a. O.

3 Aus Trans. of the Linn. Soc. T. XII. in Bylandt P.
Théorie des Volcans. T. II. p. 327.

4 L'Institut. 7me Année N. 280. p. 248.

Solche aus dem Meeresboden emporgehobene Inseln er-en zuweilen die Oberfläche des Wassers nicht, und in m Falle sieht man blofs Flammen und Rauch aufsteigen, ilen aber erheben sie sich wirklich aus dem Meere, er-n sich längere oder kürzere Zeit und sinken dann wie-n die Tiefe hinab. Als merkwürdigstes Beispiel dieser kann das wiederholte Entstehn und Untergehn einer klei-Insel neben der azorischen St. Miguel betrachtet werden; rhob sich, der früheren möglichen oder wahrscheinlichen nicht zu gedenken, bereits im Jahre 1628 und 1721, aber beide Male wieder unter[1], im J. 1811 aber kam wieder empor und schien so bedeutend, dafs der Capi-Tillard sie *Sabrina* nannte und für England in Besitz , worauf sie jedoch abermals verschwand. Ihre Gröfse g damals 900 Toisen Durchmesser und 15 Toisen Höhe[2]. tzt kam sie im J. 1819 unter furchtbaren vulcanischen rüchen abermals empor, erhielt sich aber nur kurze Zeit[3], ihr Besitz dürfte daher nicht eben von Wichtigkeit zu scheinen, bis sie erst mehr bleibende Dauer erhalten hat. sland, namentlich während des heftigen Erdbebens 1783, an mehrere Inseln aus dem Meere emporkommen gesehn, ber nach kurzer Zeit wieder untergingen[4]. Es liegt übri-in der Natur der Sache, dafs solche blasenartig aufge-ne Gewölbe unter gegebenen Umständen wieder einstür-wovon es mehrere Beispiele giebt. So versank im J. der auf 15 Meilen sichtbare Pic auf Timor[5] und 1772 Berg nebst mehreren Dörfern auf Java, im Ganzen aber solche Katastrophen in der Geschichte der Vulcane nicht selten[6].

Die neueste, allgemein mit höchstem Interesse aufgenom-

V. Humboldt Reisen. Deutsche Ueb. Th. III. S. 5. Montagne, Consul in Lissabon, erzählt von dem Entstehen dieser Insel im 21, die aber 1722 wieder unterging. Bibl. univ. 1837. l'Institut. Ann. N. 223. p. 96.

2 Philos. Trans. 1812. p. 153. G. XLII. 405.

3 Brugnatelli Giorn. 1821. p. 13.

4 Zimmermann Taschenbuch der Reisen 1809. S. 2. V. Hoff nderungen d. Erdoberfläche. Th. II. S. 394.

5 Ordinaire Hist. Nat. des Volcans. p. 180.

6 Buffon Hist. Nat. Suppl. I. p. 387. V. Hoff a. a. O. Th. II.

Fig. 298. mene Nachricht über eine neu entstandene Insel jenige, welche sich im J. 1831 in der Nähe v zwischen dieser Insel und Pantellaria in 37° 7',5 n 44' östl. L. v. G. erhob[1]. Am 11ten Juli spürte einige leichte Erdstöfse an der Küste von Sciacca sala, 14 Tage später aber wurde die Luft trübe tete einen Geruch nach Schwefel, eine Folge des dieses Monates ungefähr 25 engl. Meilen südlich wahrgenommenen, mit Getöse aus dem Meere den Rauches. Schon am 19ten Juli zeigte si erst etliche Fufs hohe Krater über dem Meere, auf einem englischen Schiffe schon am 26sten Erdstöfse verspürt haben wollte. Vom 19ten Ju Aug. war der Vulcan stets thätig und wurde au hauptsächlich von Malta aus, wohl täglich beobac er noch am 15ten in voller Thätigkeit erschien, aber gänzlich ruhte. Später, vom 20sten Aug. b Sept., konnte der entstandene Vulcan betreten wer war es möglich ihn zu zeichnen und seine Gröfs

Fig. 298. sen. Nach engl. Mafs betrug der Umfang der 3240 Fufs, ihre gröfste Höhe 150 Fufs und der Kraters 780 F. Der Capitän Wodehouse, w Messungen veranstaltete, fand die Oberfläche zie kühlt, gänzlich mit Asche und verbrannten Mass ohne alle Lava; im Krater war schmuziges Sal 93° C. Wärme enthalten, aus welchem stets Wass Gasblasen aufstiegen. So weit man sondiren konnt Wasser nicht mehr als etwa 3 bis 4 Fufs Tiefe n ter war augenscheinlich durch die vom Rande hi nen Massen ausgefüllt. Sonstige Veränderungen i der benachbarten Vulcane konnten nicht mit Sicher

1 Unter den vielen Berichten nenne ich vorzugsw John Davy in Philos. Trans. 1832. p. 237 ff. Edinb. New N. XXII. p. 365. und von Gemmellaro in v. Leonhar Jahrbuch 1832. S. 62., so wie dessen Relazione dei fenon vo Vulcano sorto dal mare fra la costa di Sicilia e l'isol laria nel mese di Luglio 1831. Catania 1831. Eine Zusa der wichtigsten Nachrichten über diese Insel, die *Con Isola Ferdinandea*, *Graham Island*, *Hotham Island* und *J* wurde, findet man in Poggendorff's Ann. XXIV. 65.

obgleich manche, nachher unbegründet befundene
iten darüber verbreitet wurden. Als John Davy den
während seiner gröfsten Thätigkeit selbst besuchte,
dicken weifsen Dampf aufsteigen, welcher sich in der
auf eine geringe bleibende Trübung gänzlich auflöste,
elnd mit dicken schwarzen Rauchmassen, die bis zu
wohl 4000 Fufs Höhe emporgetrieben wurden, und
ien sich auch zuweilen eine nur wenig helle Flamme
n. Die See umher war an der Windseite völlig klar,
nde Blasen wurden nicht wahrgenommen, das unter-
Getöse war nicht bedeutend, glich am meisten dem
chwere Lastwagen erzeugten und wurde durch den
welcher in verschiedenen Richtungen als Folge der
ruptionsatmosphäre ausbrechenden Blitze hörbar war,
ertroffen. Von einer Entzündung des etwa in dem
vorhandenen Wasserstoffgases zeigte sich keine Spur,
m Winde aber war die See trübe und eine Menge
ebst verbrannten Substanzen schwamm in und auf dem
Befand sich Davy im Aschenregen selbst, so fand er
urchaus nicht warm, eher schien der ihn herbeiführ-
Vind kalt zu seyn, die Substanz war trocken und
e nach etwas Salz, ein bituminöser Geruch oder ein Ge-
Schwefelwasserstoffgas war nicht vorhanden, wohl aber
nach Schwefel. Während einer erfolgenden gänz-
uhe konnte man sich der Insel ganz nähern und die
s Meeres messen, die nahe bei derselben acht Faden
wurde; die wieder beginnende Thätigkeit kündigte
ch ein Getöse an, und unmittelbar darauf folgte ein
von Dampf, Asche und Schlacken, wobei auch selbst
r Nähe keine Zeichen vorhandener erstickender oder
chender Gase vorhanden waren, obgleich die aufstei-
Masse eine vollkommene Finsternifs erzeugte. Der
dauerte nur wenige Minuten, doch waren die Be-
n durchaus bedeckt mit Salzwasserdampf, kleinen
ln und nasser Asche. In der folgenden Nacht konnte
einer bedeutenden Thätigkeit des Vulcans deutlich
wahrnehmen, doch waren sie nicht hell, und die
rfene Asche konnte nicht mehr als dunkelroth glühend
as Getöse war indefs bedeutend stärker und glich den
nen schweren Geschützes. Der englische Capitän

etwas Schwefelwasserstoffgas, doch glaubt
Stickgas und Sauerstoffgas beim Füllen der
Atmosphäre hinzugekommen sey und dafs
andern dem Vulcane zugehören. Nach
veränderte sich die Gestalt des Kraters for
Insel verschwand allmälig im December des
rend heftiger Stürme[1].

Es herrscht sehr allgemein der Glaube
menhang zwischen der Witterung und de
Vulcane, ja Manche sind geneigt, bei u
Barometerständen und heftigen Stürmen die
selbst weit entfernter Feuerberge in Verb
Der innige Zusammenhang zwischen den vu
keiten und den Erdbeben unterliegt keinem
darf daher hier zur Erledigung dieser Aufg
werden, wie oben bereits erörtert wurde
wechselseitiger Einflufs zwischen der Witte
beben nachweisen läfst und man daher ber
dieses auch auf die vulcanischen Ausbrüche
fser dem dort angegebenen Resultate der U
Gronau hat Kämtz[3] noch diejenigen zusa
che v. Hoff[4], Hoffmann[5], Merian[6], A

1 Einige sonstige Hebungen, z. B. am Fufse
Banda, eine noch gröfsere auf *Ternate* u. a. ü

gefunden haben, wodurch die bereits erwähnte Folgerung ımmene Bestätigung erhält. So wie von den Erdbe- kann man auch von den vulcanischen Ausbrüchen sagen, ie von den Jahreszeiten und den Wechseln der Witte- ganz unabhängig sind und auf den Zustand der At- ıäre im Ganzen keinen Einfluſs ausüben, weil das Luft- viel zu groſs ist, als daſs ein im Verhältniſs hierzu r Feuerberg eine auf beträchtliche Entfernung merkbare derung hervorzubringen vermöchte. Kries[2] ist dersel- Meinung, und daſs die Erdbeben, sowie die vulcanischen iche, keinen Einfluſs auf den Barometerstand haben n, ist bereits durch v. Humboldt[3], Rulin[4] und Andere end nachgewiesen worden. Dagegen ist aus der Erfah- hinlänglich bekannt, daſs die unglaubliche Menge des en Vulcanen aufsteigenden Wasserdampfes in nächster bung wässerige Niederschläge mit den sie begleitenden n und Gewittern erzeuge, auch ist bereits als kaum zwei- zugestanden, daſs namentlich der Höhrauch im Jahre eine Folge der vulcanischen Ausbrüche auf Island gewe- y. War jener Sommer indeſs durch Hitze und Dürre zeichnet, so kann dieses nicht als Folge des trocknen betrachtet werden, sondern letzterer konnte nur unter egebenen Bedingungen sich so weit verbreiten, da er Nässe vielmehr niedergeschlagen worden seyn würde. Wenn behauptet wird, die Vulcane seyen thätiger bei feuchtem rübem Wetter, und namentlich rauche dann der Strom- stärker, so zeigt Kämtz sehr einfach die hierbei zum le liegende Täuschung; denn die Menge des aus den rn aufsteigenden Wasserdampfes wird in feuchter und r Luft nicht so leicht und schnell aufgelöst, als in trock- nd heiterer, der erzeugende Vulcan ist daher dann nur nbar in gröſserer Thätigkeit.

Den Zusammenhang der *Erdbeben* mit den Processen im n der Vulcane, wo nicht ausschlieſslich, doch haupt-

---

Naturgeschichte von Chili. S. 29.

F. Kries de nexu inter terrae motus vel montium ignivomo- ruptiones et statum atmosphaerae. Acta Soc. Jablon. Nova. Lips. 4. T. IV. p. 40.

Voyage T. I. p. 311. Ann. de Chim. et Phys. T. IV. p. 190.

Ann. de Chim. et Phys. 1829. Dec. p. 412.

sächlich der noch thätigen, im Einzelnen nachzuwei lohnt sich kaum der Mühe, da die Sache wegen de Menge der hierüber vorhandenen Thatsachen für allge kannt gelten kann, auch ist das Wichtigste, was sic bezieht, bereits in einem eigenen Artikel[1] und oben Erwähnung des Zusammentreffens beider Phänomene Humboldt's Ansicht gesagt worden. Eine nähere tung verdienen jedoch die durch Hoffmann[2] mitgeth sultate aus den 40 Jahre hindurch, von 1792 bis 1 Piazzi und Cacciatore zu Palermo geführten me schen Registern. Aus diesen ergiebt sich, dafs vo während dieser Periode angemerkten Erdbeben eine nifsmäfsig grofse Menge in den März fällt, ohne Herbstnachtgleichen sich durch eine gröfsere Zahl merklich auszeichnen. Ein merklicher Einflufs der auf den Stand oder die Schwankungen des Barome auch aus diesen Beobachtungen nicht hervor, höchst sant sind aber die Resultate, die sich in Beziehung Richtung der Erdbeben ergeben. Um diese zu be dient der von Cacciatore erfundene *Sismograpl* σεισμός, Erschütterung und γράφω, ich schreibe) ein k

Fig. kreisrundes, etwa 10 Zoll im Durchmesser haltende

294. Becken, welches am Rande von 8 Löchern durchb die mit ebenso vielen im äufseren dicken Wulste einge nen Rinnen verbunden sind. Unter einer jeden Ri ein Becher, und diesemnach ruht der Apparat vermitt ser Becher auf einer starken Bodenplatte, die an eine zufällige Erschütterungen möglichst gesicherten Orte s stellt wird, dafs die Richtung der Löcher mit den W den zusammenfällt. Durch die Erderschütterungen Quecksilber in dem Becken nach denjenigen Löcher trieben, die in der Richtung der Erdstöfse liegen, u nach ergab sich in 27 Fällen diese viermal von S.

---

1 S. Art. *Erdbeben*. Bd. III. S. 800.

2 Poggendorff's Ann. XXIV. 49.

3 Ein ähnlicher Apparat, *Sismometer* genannt, vermi sen die Stärke der Erdbeben durch die Menge des ausgesc Quecksilbers gemessen wird, ist von Coulier angegeben, s 1834. N. 49.

-nso oft von SW. nach NO. und neunzehnmal von O. nach
., so dafs man wegen der letzteren überwiegend grofsen
hl nicht wohl umhin kann, die Ursache der Erderschütte-
ngen in dem Herde des östlich von Palermo liegenden Aetna
suchen. Vor dem gewaltsamen Ausbruche dieses Vulcans
Jahre 1819 gingen eine Menge Erschütterungen voraus,
lche sämmtlich die Richtung von O. nach W. hatten, und
dem Emporkommen der kleinen Insel in 70 Miglien Ent-
nung lagen die Richtungen der Erdbeben in einer nach je-
Gegend hin sich erstreckenden Linie. Nach Bischof[1]
rken die Erdbeben zerstörender auf lose als auf feste Fels-
n und haben, von Vulcanen ausgehend, häufig die Rich-
g der Bergzüge; Boussingault[2] aber meint, dafs die zahl-
hen Erdbeben in America zum grofsen Theile von Ein-
zen herrühren, indem die blasenartig emporgehobenen
ssen wieder in die unter ihnen entstandenen Höhlungen
abfallen.

Vulcanische Erzeugnisse.

Die Vulcane ruhn selten gänzlich, und es läfst sich zu-
len kaum bestimmen, ob sie noch zu den thätigen zu zäh-
sind; bei weitem die meisten toben nach unbestimmbaren
ischenzeiten mit grofser Heftigkeit, stofsen aber stets Däm-
und Gasarten aus, und zwar viele in solcher Menge, dafs
n sie ohne Unterlafs dampfen sieht. Vor einem eigentli-
n Ausbruche geht fast allezeit eine Erderschütterung vor-
r, der aufsteigende Rauch nimmt an Menge und Dichte bis
Unglaubliche zu, man hört unterirdisches starkes Getöse
d mit einem heftigen Knalle entzündet sich die Masse der
fsteigenden elastischen Flüssigkeit, worauf dann das Aus-
rfen der feurig-flüssigen und glühenden Substanzen folgt.
ese Erscheinungen sowohl, als auch die Erzeugnisse der
erspeienden Berge unterscheiden sich zwar sehr durch ihre
ofsartigkeit und Menge, sind aber im Ganzen mindestens
hr ähnlich, und es ist daher zulässig, die vulcanischen Pro-
cte im Allgemeinen aufzuzählen[3].

1 Edinburgh New Philos. Journ. N. LII. p. 353.
2 Ann. de Chim. et Phys. T. LVIII. p. 83.
3 Zu den älteren Untersuchungen der vulcanischen Producte gehört

1) Die Menge der aus den Kratern tobender Vulca aufsteigenden *elastischen Flüssigkeiten* übersteigt alle Vorste lung, wie sich leicht ergiebt, wenn man berücksichtigt, dafs di nicht selten bis zu einer Höhe von mehr als einer halben g graphischen Meile emporgeschleudert werden[1]. Bei weit der gröfste Theil hiervon ist Wasserdampf, dessen Nied schläge durch erfolgte Abkühlung die zahlreichen Blitze in unermefslichen Rauchmasse und förmliche Gewitter nebst I genschauern erzeugen, wovon bereits oben beim Vesuv auffallendes Beispiel angeführt worden ist. Die zugleich aufst genden sogenannten permanenten Gasarten sollen aus Was stoffgas und Kohlensäure mit schwefliger und Salzsäure v mischt bestehn[2]; inzwischen ist es kaum möglich, diese G arten zur näheren Untersuchung aufzufangen, und die eige che Beschaffenheit derselben wurde daher noch nicht mit länglicher Genauigkeit untersucht. John Davy fand in Gasgemenge, welches aus dem neuen Vulcane bei Sic ausströmte, kein Wasserstoffgas, konnte auch nicht bemer dafs die Blitze in der Dampfmasse irgend eine Entzünd dieses so leicht verbrennlichen Stoffes bewirkten, und die wesenheit desselben wird daher überhaupt zweifelhaft. der andern Seite aber läfst sich kaum denken, dafs di starker Glühhitze befindlichen Substanzen im Innern der

---

die von T. Bergmann in Nov. Acta Reg. Soc. Ups. T. III. u Opusc. T. III. p. 200. Nach G. Bischof zeigen sich die Vulca drei verschiedenen Stadien. Im ersten liefern sie Lava, Asche u. nebst Wasserdampf, im zweiten als *Solfataren* Wasserdämpfe, lensäure und Schwefelwasserstoffgas, im dritten blofs Kohlen S. die Wärmelehre des Innern unserer Erde. Leipz. 1837. S. 336. ber die Erzeugnisse der Vulcane s. Maravigna in Giorn. di Sc cet. per la Sicilia. N. III. p. 223. N. IV. p. 8.

1 Eine werthvolle Angabe hierüber ist die von Vargas Be in: Om vulkaniske Producter fra Island. Kiöb. 1817, wonac Feuer- und Rauchsäule von Island im J. 1783 auf 34 Meilen E nung gesehn wurde, was einer Höhe von fast 16000 Fufs zug S. Art. *Erde*. Bd. III. S. 838.

2 Breislak Inst. Geol. T. III. p. 69. Eine ausführliche U suchung der Gasexhalationen bei vulcanischen Eruptionen und de cane überhaupt von G. Bischof findet man in Schweigger's Jour LXVI. S. 125 u. 225 ff. Vergl. L. v. Buch geognostische Beoba gen Th. II.

von dem reichlich vorhandenen Wasser nicht einen Theil
etzen, sich den Sauerstoff aneignen und dadurch Wasser-
gas frei machen sollten; dieses müfste dann allerdings aufstei-
, würde aber beim Zutritt atmosphärischer Luft in Folge
vorhandenen Hitze an der Mündung der Krater wieder
brennen und könnte also mit zur Ernährung der unermefs-
en Flammen dienen, welche sich zuweilen über brennen-
Vulcanen erheben. Ist die Intensität des Glühens gerin-
, so findet keine oder nur eine unmerkliche Zersetzung des
ssers statt, das Wasserstoffgas fehlt, ebendaher auch die
k brennende Flamme, und John Davy fand demnach die-
Gas bei seiner Untersuchung nicht.

Die übrigen, in dem aufsteigenden Dampfe enthaltenen
arten machen sich durch ihre erstickende Eigenschaft kennt-
, weswegen es gefährlich ist, sich bis in ihren Bereich
tobenden Kratern zu nähern. Nach John Davy's er-
hnten Versuchen ist Kohlensäure ein Hauptbestandtheil der-
en, ja es läfst sich annehmen, dafs sie dem Wesen nach
z hieraus bestehn. Als Beimischung ist dann in nicht ge-
ger Menge salzsaures und schwefligsaures Gas vorhanden,
sich beide durch ihren Geruch ankündigen. Das hieraus
tehende Gemenge wirkt nicht blofs erstickend, sondern zer-
t auch die Vegetation und ist zugleich so viel specifisch
werer, dafs es in Canälen abfliefst, weswegen ein Gärtner
Vesuv seine Pflanzungen durch das sinnreiche Mittel schützte,
er sie mit einem Graben umzog und dadurch die schäd-
en Gase ableitete[1]. Merkwürdig aber ist, dafs Boussin-
lt[2] bei fünf americanischen Vulcanen das aus Spalten
teigende Gas untersuchte und blofs Wasserdampf in un-
eurer Menge, Kohlensäure, etwas Schwefelwasserstoffgas
zuweilen Schwefeldampf fand. Kohlensäure konnten Mon-
elli und Covelli[3] in den Exhalationen des Vesuv nicht
en und Hoffmann[4] selbst in denen des Stromboli nicht;
es Gas scheint sich daher erst beim Erkalten der Laven zu

1 Bibliothèque Britann. T. XXX.
2 Ann. de Chim. et Phys. T. LII. p. 1 ff. Poggendorff's Ann. XXXI.
3 Ann. de Chim. et Phys. T. LII. p. 174.
4 Bischof die Wärmelehre des Innern unserer Erde. S. 331.

entwickeln. Hiermit stimmt vollkommen überein, daſs ... SINGAULT das Gas, welches aus den Spalten de... merschiefers von Quindiu aufstieg, aus 94 Theilen ... säure, 5 Theilen atmosphärischer Luft und 1 Theil S... wasserstoffgas bestehend fand[1], was mit den zahlreich... *fetten* in vulcanischen Gegenden im genauen Zusamm... steht. Ueberhaupt steigt aus den tobenden Vulcan... zahlreichen Beobachtungen nur Wasserdampf auf, d... enthaltenen Kohlenstoff und erdige Substanzen als ei... Rauch sich zeigend, ohne die Anwesenheit von Wa... gas, welches sich nothwendig entzünden müſste, we... bedeutender Quantität vorhanden wäre. Solche Entzü... sind aber von den genauesten Beobachtern, HAMILTO... DAVY, AL. V. HUMBOLDT, BREISLAK[2], SPALLANZANI... TICELLI und COVELLI[4], HOFFMANN[5], POULET SCROPE... LUSSAC[7], BYLANDT PALSTERCAMP[8] und Andern, nie... nommen worden, was wohl zu dem Schlusse berech... kein Wasserstoffgas in merklicher Menge aus den Vulc... steigt. Schwefelwasserstoffgas und Schwefeldampf w... die Vulcane in Menge erzeugt und ist ein vorzügli... duct der *Solfataren*.

2) Ein Haupterzeugniſs der Vulcane ist die s... graue *Asche*, die durch ihre unglaubliche Menge nic... groſse Strecken verdunkelt und durch mäſsigen Wind... weite Entfernungen fortgeführt wird. Sie ist oft so... trocken, daſs sie in die engsten Spalten eindringt... zartesten Eindrücke annimmt, weswegen man in Pom... Herculanum die genauesten Abdrücke der Gefäſse,... der Gesichter und Kleider verschütteter Menschen... Beim Ausbruche des Vesuv im J. 1767 flog sie 5 Me...

1 V. HUMBOLDT Fragmente. S. 76.

2 Institutions géol. T. III.

3 Voyages dans les deux Siciles. T. II. p. 31.

Der Vesuv. Deutsch bearb. von NÖGGERATH u. PAULS... feld 1824. S. 191.

5 Mündliche Mittheilung bei seiner Rückkehr aus Itali...

6 Considerations on Volcanos.

7 Ann. de Chim. et Phys. T. XXII. p. 420.

8 A. a. O.

9 Journ. de Phys. T. LXXX. p. 400. Bibl. univ. T. II.

Gaeta, bei Ausbruche des Aetna im J. 1787 bis Malta und den isländischen Vulcanen im J. 1783 bis nach den schottischen Inseln. Nach Ménard de la Groye[1] herrscht die icht, die Asche entstehe durch das Zerreiben der Lavake an einander, allein hiergegen streitet nach ihm ihre unbliche Feinheit und der Umstand, daſs sie in gröſster ge nicht während der stärksten Lavaergüsse, sondern erst er aufsteigt, wenn diese fast beendigt sind. Er selbst hält daher für gänzlich pulverisirte Lava. Es scheint indeſs öthig, anzunehmen, daſs die Substanzen erst zu Lava geolzen und letztere dann in Staub verwandelt werden sse, vielmehr zerfallen fast alle Steinarten durch anhaltende wirkung des Brennens, und wenn man daher die Intensi- und lange Dauer der Hitze in den Vulcanen, verbunden dem Einflusse des zudringenden, sofort in Dampf aufgeen Wassers berücksichtigt, so bleibt die Verwandlung vieim Innern dieser Werkstätte vorhandener Fossilien in die ste Asche nicht weiter schwierig. Die vom Vesuv im J. 22 in groſser Menge ausgeworfene röthliche Asche enthielt ch einer Untersuchung von Lancelotti[2] in einem Pfunde Gran im Wasser lösliche Salze (schwefels. Kalk, salzs. on, salzs. Natron, schwefels. Natron, schwefels. Thon) und eigenthümlich riechende vegetabilisch-thierische Substanz Bernsteinfarbe, Eisen, Thon und Kieselerde. Ebendiese andtheile fand auch Ferrara[3] bei seiner Untersuchung der he des Vesuv, Dr. Thomson[4] aber fand die trockne Asche, che 1812 vom Vulcan auf St. Vincent vom Winde nach Insel Barbados getrieben wurde und dort in ungeheurer ge niederfiel, aus 1 Theil Eisenoxyd, 91 Theilen Kiesel- Thonerde und 8 Theilen Kalkerde zusammengesetzt, und Vauquelin[5] bestand die vom Vesuv im J. 1822 aus-

1 Journ. de Phys. T. LXXX. p. 400.
2 Biblioth. univ. T. XXII. p. 138.
3 Ann. de Chim. et Phys. T. XXXII. p. 106.
4 Ann. de Chim. et Phys. T. IX. p. 216.
5 Journal de Pharm. T. XI. p. 553. 1825. N. 12. Asche des Vevon ebendiesem Jahre und zur Vergleichung die von 1794 hat avini genau analysirt, um die später zu erwähnende Hypothese Davy's h der Ansicht von Gay-Lussac zu prüfen, s. Memorie d. R. Ac. di Torino. 1829. T. XXXIII. p. 183 ff. Die Bestandtheile waren:

geworfene, die ihm FERRARA zugesandt hatte, aus 2
Kiesel, 18,00 schwefelsaurem Kalk, 20,88 schwefels. E
8,00 Thon, 2,60 Kalk und 1,00 Kohle, wobei die fehl
21,42 Theile Wasser, schwefels. Kupfer, schwefels. T
Salzsäure und Schwefel seyn dürften.

3) Die eigentliche vulcanische Asche ist hellgrau, ins W
spielend, sehr fein und leicht, und unterscheidet sich da
vom *vulcanischen Sande*, welcher schwerer ist, von sch
zer Farbe, glänzend und aus mehr oder weniger fühlb
Körnern bestehend, indem hauptsächlich Bruchstücke von
git und Eisenglimmertheilchen seine Bestandtheile ausma
Dieser Sand fällt zugleich mit der Asche nieder, allein
Wind vermag leicht, die letztere zu trennen und fortzufüh
Mit dem feineren Sande wird oft in ungeheurer Meng
gröberer, *Lapilli* genannt, ausgeworfen, worin sich
selten Augit- und Feldspathkrystalle nebst Bruchstücken
Bimsstein befinden. Beide bilden einen Hauptbestandthe
vulcanischen Berge. Ein eigenthümliches Product der Vu
ist ferner der *Peperino*, eine Art aschgrauer, im Bruch
diger Lava, die eine Menge kleine braune Glimmerkry
nebst Augiten und Melaniten enthält.

4) *Schlacken* von der verschiedensten Farbe und H
werden durch die Gewalt der aufsteigenden elastischen S
stanzen in kleineren und gröſseren Stücken ausgeworfen
umlagern die Krater in erstaunlicher Menge. Die gröſse
im Zustande des stärksten Glühens emporgeschleuderten,

	1822		1794
Hydrochlorsäure, hydrochlors. Ammoniak	3,12	Bitumin. Wasser	2,15
schwefels. Kalk	6,50		2,00
hydrochlors. Natron	1,50		1,00
Kalkerde	2,03		2,00
Kupferoxyd			10,00
Eisenoxyd	13,50	E. Tritoxyd	9,00
Alaunerde	15,00		3,15
Talkerde	1,50		2,00
Kieselerde	53,50		68,00
Kohle	2,10		
Verlust	1,20		0,70
	100,00		100,00

1 Journ. de Phys. T. LXXX. p. 400.

die sogenannten vulcanischen Bomben, welche zerplatzen als ganze oder zersprengte Kugeln herabfallen.

5) *Steine*, nicht selten viele Centner schwer und zuwei- ohne irgend eine Spur von Schmelzung aus den Kratern unglaubliche Entfernungen fortgeschleudert, haben von je- die Bewunderung der Naturforscher rege gemacht. Die runder Gestalt, welche häufig und in großer Menge hoch orgeschleudert werden, heißen dann *vulcanische Bomben*.

6) Ein Haupttheil der vulcanischen Producte, den Laven nächsten verwandt, ist der *Bimsstein*, woraus unter andern Lipari ein ganzer Berg besteht. Er enthält zuweilen un- nderte Feldspathkrystalle und nach v. HUMBOLDT der Teneriffa auch Obsidian, weswegen ihn einige Geogno- nicht als ein vulcanisches Product anerkennen wollten, n er findet sich nicht bloß neben Laven gelagert, son- n wird auch von den isländischen und vielen größeren In- ulcanen in solcher Menge ausgeworfen, daß nicht selten e Strecken des Meeres davon bedeckt sind. Vulca- he Asche und Sand, Lapilli, Bimsstein und Lavastücke den oft durch Wasser zu einem später stark erhärtenden e zusammengebacken, wie solcher vorzüglich bei Posi- vorkommt und daher *Posilippo-Tuff* genannt wird.

7) Als das vorzüglichste und reichlichste Erzeugniß der ane ist die *Lava* zu betrachten, mit welchem Namen man nigen mineralischen Substanzen bezeichnet, welche durch Hitze zum eigentlichen dickeren oder dünneren Flusse ge- st worden sind. Die Farbe derselben ist verschieden und selt vom tiefsten Schwarz durch Braun, Grau, Gelb bis vollen Weiß, in welchem Falle sie, dem Bimsstein höchst ch, zuweilen das statt gefundene Fließen durch Windun- der faserartigen Substanz anzeigt. Die Laven sind nicht im Allgemeinen sehr verschieden, so daß L. v. BUCH[1] t weniger als achtzehn Arten derselben am Vesuv unter- ed, sondern auch die bei den nämlichen Ausbrüchen zum schein kommenden zeigen sich als sehr ungleich. Am häu- en ist die Lava nach bereits statt gefundenem Erkalten unter- at worden, oft hat man sie indeß während des Fließens be-

1 Geognost. Beobachtungen. Th. II. S. 174.

obachtet, und Einigen ist es sogar gelungen, sie in d
selbst als flüssige kochende Masse zu sehn[1]. Bei den grö
canen, z.B. schon beim Aetna, strömt sie nicht aus de
Hauptkrater, sondern öffnet sich seitwärts Ausgänge, un
ten Ausbruche des Aetna im Mai 1819 sah SCHOUW[2] d
Masse aus dem Schlunde hervorbrechen und wegen
heit des Felsens sogleich eine Feuercascade von
500 bis 600 Fuſs bilden. Der Strom hatte oben
von 60 Fuſs, unten von 1200 F., legte in zwei T
Weg von 4 ital. (ungefähr 0,8 geogr.) Meilen
bildete unten einen Wall, auf und vor welche
nachfolgende Lava hoch aufthürmte. Häufig findet
in den Kegeln der Vulcane, die an Breite, Tiefe
sehr ungleich sind und in denen die Lava abfliesst.
heftigen Ausbruche des Aetna im Jahre 1669 betru
einer solchen Spalte drittehalb deutsche Meilen[3], e
Meilen lange, mit einigen in ihr befindlichen Krat
sich 1783 beim Ausbruche des Skaptar-Yökul auf
auf Lancerote wurde im Jahre 1730 eine solche
zwei deutschen Meilen Länge geöffnet[4]. Der Anbl
ben zeigt eine unverkennbare Aehnlichkeit mit
durch basaltische und andere vulcanische Massen
Thälern. Das Flieſsen der zähen Masse ist der
Sache gemäſs langsam und erreicht selbst auf steil
gen, namentlich beim Vesuv, selten eine Geschwind
2,5 Fuſs in einer Secunde. Im Jahr 1794 brachte
Strecke von Torre del Greco bis ins Meer, wel
fähr 8 engl. Meilen beträgt, 6 Studen zu, beim Pico
riffa aber legte sie 1797 einen Weg von 3 engl. M
in einigen Tagen zurück[5], sehr geschwind dagege
1805 am Vesuv, indem sie die 7000 Meter entfe
in 3 Stunden erreichte[6]. Als die Lava 1724 und
dem Krabla bis an den Mywatn-See floſs, den sie fa

---

1 SPALLANZANI's Reisen. Cap. 8 u. 10. Andere Fälle, in den
Lava von Beobachtern gesehn wurde, sind oben erwähnt w
2 HAUSMANN im Göttingischen Wochenblatt. 1819. N. 1
3 SCROPE Considerations. p. 158.
4 L. v. BUCH in v. Leonhard's Taschenbuch. 1824. S.
5 Transact. of the Geolog. Soc. Lond. 1814. T. II. N
6 Biblioth. Brit. T. XXX.

-llte, bewegte sie sich langsam, rifs alles mit sich fort, -nte mit einer bläulichen, der vom Schwefel ähnlichen -me und einem dicken Rauche, im Ganzen einem Strome -molzenen Metalles ähnlich. Während der Nacht schien -ganze Gegend in Flammen zu stehn und die Luft selbst -ndet zu seyn, wobei unaufhörliche Blitze selbst bis in -e Entfernungen sichtbar waren[1]. Dabei ereignete sich der -würdige, den religiösen Isländern vorzüglich auffallende -tand, dafs sich der Lavastrom vor der Kirche von Reih-d in zwei Arme theilte, die sich hinter derselben wieder -inigten, so dafs die Kirche selbst verschont wurde, unge-et die Lava um dieselbe bis zur doppelten Höhe der an sehr niedrigen Kirche angehäuft wurde. In der Regel -ahrt man bei allen Lavaströmen, auch den kleineren, Flam- auf ihrer Oberfläche, die man von den unter ihnen ver-nenden Vegetabilien ableitet, da nach H. Davy's[2] neue- Untersuchungen die Lava des Vesuv keine organischen, Erzeugung einer Flamme dienlichen Bestandtheile enthält, die nothwendig durch die starke Glühhitze der Lava vor ihrem -usse zerstört worden seyn müfsten. Wegen ihrer Zähigkeit findet in derselben eine Menge Blasenräume, die theils durch ur-inglich eingeschlossene Luft, theils durch die aus zerstörten -nischen Substanzen entwickelten elastischen Medien aufge-ben worden sind.

Die Menge der bei einem Ergusse erzeugten Lava ist sehr -leich, mitunter zum Erstaunen grofs. So war der in Is- 1783 gebildete Strom 4 franz. Meilen breit und 20 Mei- lang[3], derjenige, welcher 1669 vom Aetna herabflofs, war ital. Meilen (0,4 geogr.) breit, 15 (3 geogr.) lang und im -ttel 200 Fufs tief[4]. Den Inhalt dieses Stromes berechnet -ccufero[5] auf 11750 Millionen Kubikfufs; im Jahre 1783 -rden auf Island 60 Quadratmeilen im Mittel 600 Fufs hoch Lava überdeckt, wonach Parrot[6] den Inhalt zu 86640

1 Henderson Island. Th. I. S. 193.
2 Philos. Trans. 1828. p. 241. V. Leonhard Zeitschrift für Mi-log. 1829. N. I. p. 29.
3 Breislak Inst. geol. T. III. p. 188. Ordinaire a. a. O. p. 149.
4 Bakewell a. a. O. p. 188.
5 Edinburgh Journ. of Sc. N. XX. p. 312.
6 Grundrifs der theor. Physik. Th. III. S. 224.

Pyroxene in einem gewissen zähe-flüssigen Zust
werden so ausgeworfen[1]. Manche Laven, vorzüglich
sigen, haben noch nach Jahrhunderten ein so fris
sehn, als wären sie eben erst ausgeflossen, andere v
schnell und geben dann einen sehr fruchtbaren Bod
daher wollten die Einwohner von Torre del Greco
schrecklichen Katastrophe im J. 1794 ihre Stadt n
einem anderen sicherern Platze verlegen und baueten
auf der noch rauchenden Lava, ungeachtet die Stadt be
gleichfalls zerstört worden und 1737 in grofser Gefah
war[2]; nach dem Ausbruche des Vesuv im J. 1779
Obstbäume im August an, abermals zu treiben, und
kleine, aber reife und wohlschmeckende Früchte[3];
Demone am Aetna gilt für eine der fruchtbarsten
der Welt[4], auf Stromboli wächst ein herrlicher feuri
und am Vesuv werden die *lacrimae Christi* erzeug
wollen sogar die Güte des Rheinweins und des u
Weins von einem Einflusse verwitterter Laven ablei
Ursache der Fruchtbarkeit des aus verwitterten Laven
Bodens liegt gröfstentheils in den Bestandtheilen di
arten, die aus Feldspath, Leuzit, Augit und tita
Magneteisen mit beigemengtem Glimmer und zuweil
bestehn[5], theils in der schlechten Wärmeleitung und
einiger noch zurückgebliebener Wärme.

8) Aufser den sogenannten Schlammvulcanen, v
später die Rede seyn wird, werfen die eigentlichen,
lich die americanischen Vulcane oft grofse Massen von
aus. Oft, man darf wohl sagen meistens, ist
scheinung nur täuschend, indem die vulcanische A

---

1 Journ. de Phys. T. LXXXII. p. 468.

2 Hamilton's Beschreibung u. s. w. S. 40.

3 Stolberg's Reisen. Th. III. S. 34. Th. IV. S. 206.

4 Dort trifft man die riesenmäfsigen Kastanienbäume,
dern den Castagno di Cento Cavalli, welcher in 5 Theile
ist und dessen Krone 180 Fufs im Umfange mifst, als
die stärkste Adansonia, deren Durchmesser zuweilen 25 F
Umfang der Krone 150 Fufs erreicht. Das Val Demone
F. über dem Meeresspiegel, s. Stolberg a. a. O. L. Simo
in Italy and Sicily. Lond. 1828. p. 510.

5 Ausführlich über die Laven handelt v. Leonhard in
ristik der Felsarten. Heidelb. 1824. S. 442 ff.

dem Wasser des durch Hitze geschmolzenen Schnees zu amm verbindet, welcher dann als unmittelbares Erzeugnifs tobenden Vulcane erscheint[1]. Dieses Phänomen hängt mit einem verwandten zusammen, indem das Schmelzen Schnees auf den beeisten Gipfeln hoher Vulcane zuwei- förmliche Ueberschwemmungen erzeugt[2], wie oben von den dischen Vulcanen bereits erwähnt worden ist; allein in ei- n Fällen kommt der Schlamm unleugbar aus den Vulcanen t als reichhaltiger Auswurf hervor. Dieses war nament- der Fall bei der Entstehung des Jorullo[3], beim Ausbru- des Tungurahua im J. 1797, welcher überhaupt öfter amm auswirft[4], bei den Ausbrüchen des Vesuv[5] in den Jah- 1630 und 1794 und am unverkennbarsten bei verschiedenen brüchen peruanischer Vulcane, durch welche mit dem amme zugleich eine eigene Species Fische ausgeworfen de, die v. HUMBOLDT *pimelodus Cyclopum* genannt hat. che warf unter andern der Carguairazo 1698 und der Im- ru in solcher Menge aus, dafs die Luft durch ihr Ver- n verpestet wurde[6]. Beim Cotopaxi ist das heifse Was- zuweilen mit brennbarer Substanz gemischt und bildet n den diesem Berge eigenthümlichen Schlamm, *Moya* ge- nt[7].

9) Unter den vulcanischen Producten kann die *Salzsäure* ihren Verbindungen als ein Hauptbestandtheil gelten. Sie d in bedeutender Menge in Gasform entwickelt und er- int meistens im Anfange der Eruptionen in Gestalt weifser

1 BREISLAK in Mém. de l'Inst. T. IV. Instit. Géol. T. II. p. 103. GILLA in Journ. de Phys. T. XX. FERRARA campi flegrei della Si- . 34. CORDIER in Journ. de Phys. T. LXXXIII. p. 368. Ann. des . T. XXXIII. p. 7.

2 BOUGUER figure de la terre. p. LXIX. Im Jahre 1742 erzeugte Cotopaxi eine Fluth, welche Häuser, Menschen und Vieh fort-

3 Journal de Phys. T. LXIX. p. 148.

4 Die Bestandtheile jenes Schlammes waren nach CORDIER 46 Kiesel, 12 Th. Eisenoxyd, 7 Thon, 6 Kalk, 26 organische e und 3 Verlust. S. Ann. des Mines T. XXXIII. p. 7.

5 FAUJAS DE ST. FOND a. a. O. p. 43. HAMILTON Campi phlegraei

6 Journ. de Phys. T. LXII. p. 61.

7 V. HUMBOLDT Ideen und Naturgemälde. p. 52.

Dämpfe[1]. Mit Natron zu Kochsalz verbunden ist e
len Ausbrüchen reichlich vorhanden, wie namentli
Davy bei der Untersuchung der Producte des neuen
unweit Siciliens fand[2]. Bei den Ausbrüchen des He
ten man von 1004 bis 1755 im Ganzen 16 zählt, w
weilen eine solche Menge reines *Kochsalz* erzeugt,
Einwohner nachher viele Pferdelasten desselben fort
Noch weit größer ist die Production des *Salmiaks*,
namentlich durch die Salmiakvulcane in Centralasien
mefslicher Menge erzeugt wird. Aus diesen, bei N
stens leuchtenden Feuerbergen steigen ohne Unterlaß
dämpfe empor, und der durch Abkühlung in eigen
erbaueten Hütten niedergeschlagene Salmiak wird
Einwirkung einer unausstehlichen Hitze abgekratzt,
und als Handelsartikel benutzt. Dieses ist der Fal
rhuana in Turkestan, nach Remusat beim Vulcane
fan, welche Stadt von den vielen rauchenden und
leuchtenden Salmiakbergen den Namen Ho-Tcheou
stadt) erhalten hat, und beim weifsen Berge bei Bis
am Flusse Ili, S. O. vom See Balgash. Die beiden
ergiebigsten Berge dampfen auch am Tage, und bei
scheint der Dampf leuchtend[4]. Aufserdem findet
Salmiakdämpfe zwischen Samarkand und Farghana,
in Nordchina, wo ein schlechteres Salz gewonnen
auf dem *Pethim* im Lande Eighur, etwa 100 fran
von Kisothim. Der letztere Berg ist mit Schnee
raucht aber dennoch stets und erscheint bei Nacht l
Auch in Yunnan, im Gebiete der Mongolen, giebt es
Berge[5]. Beim Ausbruche des Vesuv im Jahre 179

---

1 Dafs Boussingault bei den americanischen Vulca
Spur von salzsaurem Gas fand, ist unter 1) so eben erwähn

2 Philos. Trans. 1832. p. 237. Edinburgh New Phil.
XXII. p. 365.

3 Ohlatsen und Povelsen Reise. Th. II. S. 136. Zimme
schenbuch d. Reisen 1824.

4 Ann. des Mines. T. V. p. 135. Ann. de Chim. et Phys.
p. 309. Edinburgh Philos. Journ. N. VII. p. 156. Diese B
fern auch Salmiaklauge in Menge, aus welcher das Salz durc
gewonnen wird.

5 Ritter Erdkunde. Th. II. S. 560.

...iak in solcher Menge erzeugt, daſs die Bauern ihn cent...weise sammelten und verkauften[1]; auf Lanzerote wird er ...falls gefunden[2], wonach dieses Mineral wohl als ein ... Vulcanen gemeinsames zu betrachten ist, wenn dasselbe ...h sonst nicht in so überwiegender Menge vorkommt, als ...en genannten des asiatischen Festlandes. Als eine Merkwür...it möge hier noch erwähnt werden, daſs aus dem bren...en Steinkohlenflötze bei St. Etienne Dämpfe aufsteigen, ...ich in bedeutender Menge als *Salpeter* verdichten[3].

10) Nicht minder beträchtlich ist die Menge des durch ...Vulcane erzeugten *Schwefels*. Allgemein zeigt derselbe ... Anwesenheit durch den Geruch, indem die schweflige ... einen Hauptbestandtheil der ausströmenden erstickenden ... bildet[4]. Diese letztere verbindet sich zuweilen mit dem ...rstoff der atmosphärischen Luft, wird dadurch in Schwe...ure verwandelt, verbindet sich dann mit dem Wasser und ...gt die verdünnte Schwefelsäure, welche namentlich von ... Vulcane *Idienne* in der Provinz Bagnia Vanni auf Java ...bfliefst[5]. Von dem gegenwärtig ruhenden Feuerberge ...ace unfern von Popayan flieſst ein Strom herab, welcher ...en seines sauren Geschmackes *Rio de Vinagre* genannt ... und worin Rivero eine beträchtliche Menge Schwefel...e mit etwas Salzsäure fand. Auſser den unter den vulcanischen ...ugnissen vorkommenden schwefelsauren Salzen und der Hy...thionsäure wird auch gediegener Schwefel, nicht selten in ...en Krystallen, in so groſser Menge erzeugt, daſs daraus ... Handelsartikel entsteht, auch ist derselbe ein vorzügliches ...ugnifs der sogenannten *Solfataren*. Der Vesuv liefert ...falls sowohl Schwefelsäure, als auch Schwefel[6].

---

1 Ferrara Campi flegr. p. 286.
2 Schweigger's Journ. Th. XV. S. 225.
3 Ann. de Chim. et Phys. T. XXI. p. 158.
4 Der zu früh verstorbene Mineralog Hoffmann behauptete, die ... glühende, frische Lava rieche nicht nach Schwefel, vielmehr ...e dieser Geruch erst mit dem Anfange ihres Erkaltens. Daſs ...s eine groſse Menge von Schwefel in Urgebirgen vorkomme, ...ptet v. Humboldt in Ann. de Chim. et Phys. 1824. Oct.
... Philos. Mag. T. XLII. p. 182.
... Storia dei fenomeni del Vesuvio cet. di Monticelli e Covelli. ... Art. 2.

Bei weitem die schwierigste Aufgabe ist
nen vulcanischen Processe auf anerkannt rich
Principien zurückzubringen und aus diesen
wir die verschiedenen, hierüber aufgestellten
theilen, ist es nothwendig, erst noch einige T
beleuchten. Aus überwiegenden, bereits er
sind wir berechtigt, die Feuerberge für von
hoben zu betrachten, indem die entwickelte
dien einen Theil der Erdkruste blasenartig
ben und die vulcanischen Erzeugnisse dann
durch entstandenen Räume eindrangen und
früheren Felsarten lagerten, theils durch di
und Spalten hervorquollen, überströmten
Oberfläche der Berge lagerten, wie wir
die kenntlichen erloschenen und noch thätig
überdeckt finden. Die Krater der Vulcane,
nur, sondern auch deren Gestalt sehr verschie
oder länglich ist, sind aus Laven gebildet.
ben die Vulcane auf ihrer Spitze einen groß
haben deren zwei, die meisten außer dem
mehrere kleine, und nicht selten entstehn be
ten Eruptionen neue Krater an den Seiten de
berge, aus denen die Lava ausströmt. Im
die Krater konisch gestaltet, mitunter von
Tiefe; sie verstopfen sich zuweilen und we
gebrannten in Seen verwandelt, oder auf

ɪt mehr findet, wozu das schnelle Verwittern einiger Laven ihre Verwandlung in fruchtbare Erde nicht wenig bei-
ɪ. So war in dem Zwischenraume zwischen 1139 bis 1306 ganze Oberfläche des Vesuv angebaut und man sah den en nebst den Abhängen des Kraters mit Castanienwäldern eckt[1]. Die ganze Masse der Feuerberge ist demnach als innen heraus gebildet zu betrachten, und obgleich die durch entstandenen Räume durch nachdringende Massen der ausgefüllt gedacht werden könnten, wollte man anders tiefer liegenden Schichten der Erde als hierzu hinlänglich eicht annehmen, so streitet doch hiergegen die Tiefe und grofse Inhalt mancher Krater und der sie ausfüllenden n und zwingt vielmehr, das Vorhandenseyn unermefsli-r Höhlen anzunehmen, deren Ausdehnung, namentlich der er dem Pichincha, Parrot aus den gemessenen Pendel-wingungen der französischen Akademiker zu 1,357 Kubik-len berechnet[2]. Nehmen wir hiernach an, dafs die Feuer-ge selbst aus den gehobenen und ausgeworfenen Massen gebildet rden seyen, so müssen die Herde derselben sehr tief liegen d aufserordentlich grofs seyn, wie auch als ausgemacht an-ommen wird[3]. Einen Anhaltpunct für diese Bestimmung bt die Betrachtung, dafs die Wandungen, unter und neben n die Lavasäulen emporgetrieben werden, hinlängliche ke haben müssen, um dem Drucke dieser flüssigen Massen ügenden Widerstand zu leisten, wobei jedoch wieder zu ücksichtigen ist, dafs zwar mit zunehmender Tiefe die ke der widerstehenden Wandungen wachsen mufs, zugleich r auch die Höhen der zu hebenden Lavasäulen zunehmen sen, wenn wir annehmen, dafs diese von unten herauf bis Krater ein zusammenhängendes Ganze bilden, woraus n erklärlich würde, dafs bei den gröfsten Vulcanen die La- die höchsten Krater in der Regel nicht erreichen, sondern seitwärts einen Ausweg zu eröffnen pflegen. Parrot[4] mit Berücksichtigung dieser Bedingungen folgende Be-htungen angestellt. Wenn man annimmt, dafs bei einem

1 V. Leonhard Grundzüge der Geologie u. Geogn. S. 37.
2 Grundrifs der theor. Physik. Th. III. S. 257.
3 Vergl. z. B. Bakewell a. a. O. S. 182. D'Aubuisson Traité de gn. T. I. p. 217. 260.
4 A. a. O.

minderung der Wärme unserer Erde noch keineswegs det und nach den hierüber angestellten Untersuchung gar nicht einmal wahrscheinlich[1]. Fände endlich kühlung unserer Erde statt, so müfste die dadurch Zusammenziehung, wie sie selbst, eine gleichmä dauernde und mit unüberwindlicher Kraft wirkende hin würde die im Innern zusammengeprefste Mas einmal gemachten Oeffnung unablässig hervordringen, Erscheinung des Jahre und Jahrhunderte langen Ruh cher Vulcane, so ihr plötzlich beginnendes Toben, Auswerfen grofser Lavamassen, so wie überhaupt d rer Art ganz eigenthümlichen Eruptionsphänomene wär ganz unverträglich.

Die älteste Hypothese, nach welcher man die V erklären suchte, ist wohl die erst in den neueren Ze lich verworfene, auf das Entzünden der Schwefelkies dete; denn die Idee eines im Innern der Erde fort Glühens in Folge des *Centralfeuers* nach Mairan[2] fon[3], die auch auf die vulcanischen Thätigkeiten a wurde, ist neuer und fand im Ganzen nur weni Vor dem Ende des 17ten Jahrhunderts scheint man der Ursache dieser Phänomene nicht ernstlich nachge haben, und wir dürfen daher Dr. Martin Lyste als den Ersten betrachten, welcher sie von der Entzü Schwefelkiese ableitete, da er gefunden hat, dafs ei cies derselben durch Selbstentzündung in Brand gera dem zugleich die grofse Menge der unter der Erde denen Schwefelkiese bekannt war. Die Hypothese er bedeutende und dem Anscheine nach völlig genügend stützung durch den bekannten Versuch Lemery's[5], 25 Pfund Eisenfeilig mit ebenso viel pulverisirtem fel mengte und in die feuchte Erde eingrub, worauf der Verbindung beider Substanzen ein Glühen ents die brennende Masse vulcanartig in die Höhe geworfe

1 Vergl. *Temperatur der Erde.* S. 572.
2 Mém. de Paris. 1719.
3 Hist. Nat. T. 1. u. Suppl. T. IX. u. X. Par. 1778.
4 Philos. Trans. 1684. N. 157. T. XIV. p. 512.
5 Mém. de l'Acad. 1700. p. 101.

wischen mufste diese Hypothese als unhaltbar erscheinen, ald man einsah, dafs die sich von selbst entzündenden wefelkiese nur als Seltenheit vorkommen und ihre Entdung blofs beim Zutritte der Luft eintreten kann, statt dafs den übrigen die Verbindung des Schwefels mit dem Ei-, wodurch in Lemery's Versuche die Glühhitze erzeugt de, bereits vorhanden ist. Inzwischen erhielt sich die aufellte Hypothese, aus welcher man alle einzelnen Phänoe leicht ableiten konnte, sabald nur die anfängliche Entdung zugegeben wurde, bis ans Ende des vorigen Jahrhuns in Ansehn. Einige Gelehrte in der Mitte des vorigen hunderts, welche alle Naturerscheinungen aus der Elektrit erklären zu können glaubten, führten auch die vulcanien Phänomene hierauf zurück und fanden die nächste Auferung hierzu in den häufigen Blitzen, die aus den Vulca- aufzusteigen scheinen und auf jeden Fall in den unerslich grofsen Dampf- und Rauchwolken über den Kratern genommen werden. Beccaria[1] begnügt sich mit dieser gabe im Allgemeinen, und auch Hamilton[2], dem man meis diese auf elektrische Thätigkeiten gebaute Hypothese chreibt, beschränkt sich auf die Erzählung der vielfach rgenommenen Blitze. Ausgemacht, aber auch leicht erlich, ist allerdings der Umstand, dafs man in Neapel beim en des Vesuv ungemein starke Luftelektricität (am Keoskop) bemerkt, wie namentlich Vairo[3] durch Beobachgen gefunden zu haben versichert, was sich aber als Folge Niederschlages einer so unermefslichen Menge des aus Salz andere Stoffe aufgelöst enthaltendem Wasser gebildeten pfes nur zu leicht erklären läfst. Einige Gelehrte, als kely[4], Patrin[5], insbesondere Bertholon de St. Lae[6], Giovanni Vivenzio[7] und Andere, nahmen die Sache

1 Lettere dell'elettr. p. 226.
2 Beobachtungen über d. Vesuv, den Aetna u. a. Vulcane. Aus ngl. Berl. 1773. 8. S. 182.
3 Ferber's Briefe aus Wälschland. S. 148.
4 Philos. Trans. T. XLVI. p. 497.
5 De la Metherie in Journ. de Phys. T. LXXXI. p. 276. 393. gl. Décade Philos. Ann. 8. N. 17. G. V. 191.
6 Journ. de Phys. 1779. Août.
7 Istoria e teoria de tremuoti. Napoli 1783. 8. Vergl. T. Cao Abhandl. von d. Elektric. Th. I. S. 67. 224.

vulcanischen Räume dringe, unterliegt wohl keinem Zw
Dafür entscheidet schon ihre Tiefe unter dem Meeres
und die bei der überwiegenden Mehrzahl der Vulcane v
dene Nähe der Küsten, so wie die häufig gemachte Beobac
des Versiegens der Quellen und Brunnen vor einem Ausb
in solchem Maſse, daſs die erforderliche Verlängerun
Seile ein warnendes Zeichen bevorstehender Eruptionen g
auch beobachtete HAMILTON[2] vor dem Toben des Ves
J. 1794, daſs ganze Wolken, die über den Berg hin
in den Krater desselben gleichsam eingesogen wurden.

Diese ebenso sicheren als interessanten Thatsachen,
che auf die Erzeugung eines leeren Raumes in Folg
Verschluckung tropfbarer oder elastischer Flüssigkeiten,
beider zusammen, schlieſsen lassen, sind jedoch kein
von der Art, daſs sie, für sich leicht erklärbar, der auf
ten Hypothese zur sicheren Stütze dienen könnten.
man annehmen, das Wasser dringe in die noch unge
Metalloide und seine Verminderung hierdurch sey die
che der angegebenen Erscheinungen, so ist nicht ab
wie die dadurch absorbirte Menge so groſs seyn und di
sorption dem folgenden Ausbruche des Vulcans mind
mehrere Tage, wenn nicht gar Wochen, vorausgehn k
Da man nicht umhin kann, sich bei diesem Probleme i
biete der Hypothesen zu bewegen, so ist kaum eine
Vorstellungsart möglich, als die Voraussetzung, daſs durc
kühlung eine bedeutende Verminderung des Luftvolum
den vulcanischen Räumen eintrete, die dann als Ursach
erwähnten Erscheinungen zu betrachten wäre, denn selbs
Absorption des Sauerstoffgases wäre rein hypothetisch, d
nicht wohl ein genügender Grund auffinden läſst, warum
nach langer Ruhe plötzlich eintreten sollte, da sie vie
ohne Unterbrechung fortdauernd statt finden müſste. L
würde es seyn, eine Abkühlung mit dem gesammten V
ten in Einklang zu bringen, wenn man annähme, da

1 DE LA TORRE in Journ. de Phys. T. LXI. Aehnliche Erf
gen haben MONTICELLI, COVELLI und Andere gemacht. Vergl. v.
HARD Taschenbuch. Th. XIV. S. 87. v. HUMBOLDT Relat. hist
p. 393.

2 Philos. Trans. 1795. p. 73.

glasten Wandungen lange dem Eindringen des Wassers erständen, bis endlich ein Durchbruch erfolgte, hierdurch Abkühlung sowohl im Innern als namentlich der Wangen herbeigeführt würde, welche letztere hierdurch Risse ommen müfsten und noch mehr Wasser einströmen liefsen, eine hinlängliche Menge desselben durch die schützende cke zu den Metalloiden gelangte und dann die Explosion anlafste. Wird die Zulässigkeit der Hypothese hierdurch ettet, so bleiben doch noch einige Mängel derselben fühl. Aus einer blofsen Säuerung der Metalloide ist die unerfsliche Menge der freiwerdenden Kohlensäure nicht abzuten, und sollte sie ein Educt glühender Fossilien, namenth des kohlensauren Kalkes seyn, so würden die blofsen andungen der vulcanischen Räume hierzu nicht ausreichen, Annahme solcher Fossilien unter den Herden stände aber der Grundlage der ganzen Hypothese im Widerspruche. n könnte immer den Satz aufstellen, der Kohlenstoff, den r in so überwiegender Menge auf der Erdoberfläche gewah, gehöre zu den ursprünglichen Bestandtheilen des Erdkörn und sein Verbrennen erzeuge die Masse der wahrgemenen Kohlensäure. Läfst sich dieses gleich wahrscheinh machen, so ist es doch unverkennbar rein hypothetisch. enso bleibt der Ursprung der enormen Menge des erzeug Schwefels in Dunkel gehüllt, obgleich derselbe sich in vielen Schwefelkiesen in grofser Quantität vorfindet, und em könnte man auch ihn als Urbestandtheil unserer Erde rachten, wie das Kochsalz, da nach Einigen sogar Steinsalz durch Sublimation aus Vulcanen gebildet seyn [1], was jedoch wohl den Plutonismus zu weit treiben st. Uebrigens liefse sich das salzsaure Natron leicht aus eindringenden Seewasser oder den überall verbreiteten nsalzlagern ableiten, schwieriger dagegen dürfte es seyn, Ursprung des in grofsen Quantitäten erzeugten Salmiaks ügend nachzuweisen. Man sieht, dafs immerhin noch Viedunkel bleibt, und zudem verliert sich diese Untersuchung tief in das Gebiet der Chemie, dafs ich billig Anstand nehsie weiter zu verfolgen.

Zur Erleichterung der Uebersicht, und um die Aeufse-

1 Schweigger's Journ. Th. XIV. S. 278.

[illegible] Gelehrten über [illegible] zu würdigen, möge [illegible] Theorie die chemische heißen, [illegible] durch chemische Actionen, wenn [illegible] auf die Verbindungen des Sauerstoffs mit den [illegible] ist. Ihr steht eine andere zur Seite, [illegible] gelten kann, als welcher die Th[illegible] gekannt ist, am ausführlichsten [illegible] hat. Hiernach ist die chemische [illegible] der in den Vulcanen erzeugten [illegible] gänzlich ausgeschlossen [illegible] in den Vulcanen [illegible] von der dem Erdkern noch eigenthümlich [illegible] die äußere Kruste [illegible] her. Daß diese Hypothese [illegible] Cordier[1] selbst aufgestellt [illegible] Zusammenziehung der äußeren Erd[illegible] die noch feurig flüssige innere [illegible] herausgepreßt würde [illegible] und wohl unwiderlegliche Argumente [illegible] bei der näheren Betrach-[illegible] inzwischen hindert dieses [illegible] zunehmenden Hitze der [illegible] einen bedeutenden Antheil an den [illegible] beizulegen. Inwiefern diese mit der [illegible] selbst bis zur Glühhitze [illegible] Erde, wenn gleich wahrschein-[illegible] Zweifel erhaben sey, ist [illegible]; wenn wir aber dann [illegible] Theorie der Vulcane noch [illegible] alles bloß Wahrschein-[illegible] so dürfen wir [illegible] auch den Einfluß der [illegible] als zulässig erkennen. [illegible] Lussac[3] seine Prüfung [illegible]

---

1 [illegible] de la Terre. [illegible]

2 [illegible] S. 233.

3 [illegible] p. 415.

die vulcanischen Actionen aufgestellten Hypothesen mit vielleicht allzubescheidenen Bekenntnifs, dafs er nicht allseitigen Umfang von Kenntnissen zu besitzen glaube, so schwierige Phänomene völlig genügend zu erklären. beiden angegebenen Hypothesen mufs Luft oder Wasder beide zusammen zu den Herden der Vulcane dringen. Luft steht die Verstopfung der Krater durch Lava entge-, auch würde sich das Heben so schwerer Lavasäulen nicht s zurückführen lassen. Dafs dagegen das Wasser bei vulcanischen Eruptionen eine bedeutende Rolle spiele, einen Augenblick zu bezweifeln; wie dasselbe aber zu Herden der Vulcane gelange, wie sich seine dortige Ex- mit der fortdauernden Glühhitze in jenen tieferen Räu-, die übrigens noch keineswegs erwiesen ist, vereinigen, dieses zu enträthseln führt zu unüberwindlichen Schwieiten. Weit leichter läfst sich nach seiner Meinung anen, dafs die Bestandtheile der Laven, als Kieselerde, , Kalk, Natron und Eisen, in nicht oxydirtem Zustande nden sind, dafs das Wasser zu ihnen dringt, zersetzt und dadurch die vulcanischen Erscheinungen hervorruft. s würde die Entwickelung einer enormen Menge Hyngas folgen; allein Gay-Lussac sah bei seiner Anweit in Neapel im J. 1805, dafs glühende Lavamassen bis Meter hoch geworfen wurden, denen ein schwarzer dicker folgte, welcher die Lava emporgeschleudert hatte, aber esem konnte keine bedeutende Menge von Wasserstoffvorhanden seyn, weil schon die Hitze der Lava mehr als ichte, dasselbe beim Zutritt der atmosphärischen Luft zu nden. Möglich wäre indefs, dafs der Wasserstoff nach Zersetzung des Wassers sich mit Chlor zu Salzsäure ver-e, von deren Anwesenheit nach Breislak, Ménard de la e, Monticelli u. A. viele Spuren vorkommen, obh Gay-Lussac nur die des schwefligsauren Gases durch Geruch erkannte. Inzwischen findet sich das Kochsalz in ge in der Lava, so dafs Monticelli und Covelli durch es Auswaschen 9 Procent erhielten. Wären aber das Sim, Aluminium und selbst auch Eisen als Chlorüren im n der Erde enthalten, so würden sie beim Zutritt des ssers eine bedeutende Hitze erzeugen, und auch die aufende schweflige Säure scheint durch Zersetzung des Was-

sers zu entstehn. Alle diese und noch sonstige ch Verbindungen machen es nach GAY-LUSSAC sehr wah lich, dafs Seewasser in die Vulcane dringt, und der l dafs dann die Lava durch ebendiese Canäle einen Aus den würde, statt bis zum Ausgange der Krater geh werden, fällt weg, weil die auf jeden Fall engen (gen, wodurch nur wenig Wasser während der lang der Vulcane herzufliefst, bald durch Lava verstopft se ten. Um aber sicher fufsen zu können, müfsten d die Vulcane erzeugten Producte sämmtlich genauer seyn, und in dieser Beziehung bieten die oben erwäh sultate, welche BOUSSINGAULT bei der Untersuchung den americanischen Vulcanen aufsteigenden Gasarten in denen sich weder Wasserstoffgas noch salzsaures G sehr bedeutende Schwierigkeiten dar. G. BISCHOF[1], diesem Probleme neuerdings die gröfste Aufmerksam widmet hat, beweist daher aus allerdings triftigen (dafs die chemische Hypothese zur Erklärung der vulc Erscheinungen nicht genüge, und dafs diese vielmehr fortdauernden Glühhitze im Innern der Erde abzuleite eine Theorie, die nach Vorausschickung einiger mi deutenden Hypothesen eine nähere Erörterung verdient

Die Untersuchungen BREISLAK's[2] fallen in ei als die vielen Versuche über die mit der Tiefe mende Wärme der Erde noch nicht allgemein bekan ren, und die Rücksicht auf die in Italien so häufige gung von brennbarem Gase und von den dort über findenden reichen Erdölquellen führten ihn daher Vermuthung, dafs Erdpech und Naphtha einen w chen Bestandtheil der tieferen Erdschichten und ein be des Beförderungsmittel der vulcanischen Feuer abgeben ten; allein der Ursprung ebendieser, allerdings in grofse sen vorhandenen, Substanzen ist höchst schwierig nach sen, wie wir bald sehn werden, und zugleich wür Menge und die Art ihres Brennens zur Erklärung der nischen Thätigkeiten nicht genügen. Nach D'AUBUISS

1 Die Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers. S. 257
2 Institutions géolog. T. III. p. 26.
3 Traité de Géogn. T. I. p. 211.

Entstehung und die Fortdauer der Hitze in den Vulcanen
Folge der unausgesetzt statt findenden chemischen Verdungen; er neigt sich sonach mehr oder ausschliefsh zur chemischen Hypothese hin, statt dafs BIOT[1] der entengesetzten huldigt, indem er annimmt, die ungleich hte und mit vielen Höhlungen und Rissen versehene Erdste befinde sich über einem heifsen, vielleicht noch glüden Erdkerne, dessen Hitze durch die Krater der Vule auf der Erdoberfläche zum Vorschein komme. Nach YSTANOWSKI[2] soll der Schwefel die Ursache des Brennens den italienischen Vulcanen abgeben, allein diese Hypose genügt den Phänomenen überall nicht. Wenn aber ARCKE[3] von den unerwartet starken Wirkungen des von n vielseitig untersuchten Knallgasgebläses eine Anwendung die vulcanischen Feuer zu machen geneigt ist, so kann es nur als eine hingeworfene Idee gelten, weil sich bei erer Entwickelung bald ergeben würde, dafs die noch chwebenden Dunkelheiten hierdurch wenig oder gar kein cht erhalten. DAUBENY[4] entfernt sich ganz von CORDIER's eorie und leitet die Hitze von früheren und fortdauernd findenden chemischen Processen ab, durch welche zuch die sich stets gleichbleibende Wärme der Thermalquelbedingt werden soll. Auch AMPÈRE[5], welcher die genten älteren und neueren vulcanischen Eruptionen mit der ldung der Erde in Verbindung setzt, die nach HERSCHEL's cht durch Verdichtung der in den Nebelflecken vorhann urweltlichen Massen entstanden seyn soll, ist Anhänger chemischen Theorie und findet die Hypothese einer mit Tiefe unablässig zunehmenden Wärme ganz unhaltbar, n er vielmehr die gröfste Hitze der Erde in diejenige Kuhicht setzt, wo die bereits gesäuerten Metalloide an die oxydirten grenzen. Die Resultate der bisherigen Mesen scheinen ihm für die daraus abgeleitete Folgerung keiegs genügend, da sie nur bis zu $\frac{1}{1400}$ des Erddurchmessers

1 Journ. des Savans. 1822. p. 241.
2 Ueber den Ursprung der Vulcane in Italien. 1822.
3 G. LXIII. 55.
4 Encyclopaedia Metropolitana. T. XL. Art. Volcanos.
5 Edinburgh New Phil. Journ. N. XXXVI. p. 339.

reichen, mithin noch keineswegs bis an die bezeichn
und die sämmtlichen bisher angestellten Versuche
her allerdings eine zunehmende Hitze zeigen, we
ser Scheidungsfläche an die Erdkruste äußerlich abg
Eine tiefer hinabreichende Zunahme der Wärme
führen, den Erdkern für flüssig zu halten, aber die
dieses annehmen, haben nicht berücksichtigt, da
im Ganzen flüssige Erde noch größere Wechsel i
durch den Einfluſs des Mondes erleiden müſste,
ist, den wir beim Wassergehalte derselben in de
Fluth wahrnehmen[1]. Dagegen ist die durch che
bindungen erzeugte Wärme genügend, um die H
ßeren Tiefen und die vulcanischen Phänomene d
leiten. Als eine secundäre Ursache derselben kö
wie Ampère meint, die elektrischen Ströme gelten
die Berührung zweier Schichten heterogener Ma
werden. Aehnliche Strömungen existiren auch a
oberfläche, welche den tellurischen Magnetismus
Variationen bedingen, jedoch sind diese Strömung
energisch wegen der geringeren Leitungsfähigkeit
oxydirten Erden, die noch obendrein durch die u
wärmung vermittelst der abwechselnd mehr oder w
fallenden Sonnenstrahlen modificirt wird. Das er
gument Ampère's, wonach sich eine Einwirkung
auf die flüssige Masse des Erdkerns zeigen müſste, we
Lavaströme für emporquellende Theile derselben ha
hat auch Lyell[2] geltend gemacht und dabei be
müſsten dann nicht bloſs die Lavaergüsse aus de
mit der Ebbe und Fluth wechseln, sondern die
welche letztere erzeugen, müſsten auch vorzugswe
im Krater auf Stromboli stets wallende Lava ein
zeigen. Sinnreich meint derselbe, was wohl zu b
daſs die Veränderungen unseres Erdkörpers in einem
Zusammenhange stehn, wonach die einzelnen Ein

1 Der Einwurf ist allerdings sinnreich, allein man
berücksichtigen, daſs die Fluidität der Massen des Erdk
den Fall eine weit geringere, als die des Wassers seyn
gerechnet daſs jene in eine sehr dicke und feste Hülle ein
sind. Vergl. *Temperatur des Erdkerns.* S. 257.

2 Principles of Geology. T. II. p. 284.

gegenseitig balanciren, um einen stets wiederkehrenden islauf hervorzubringen. Das zur Säuerung der Alkaloide gewordene Hydrogen könne daher wieder zur Desoxydi- der Metalloide dienen und diese dadurch zu einer neuen dation vorbereiten. Wie sinnreich übrigens dieser Ge- ke auch seyn mag, so fühlt man doch zugleich, dafs ihm zur Erklärung eines wichtigen Problems erforderliche irfe und Bestimmtheit fehlt.

Der jüngere Herschel[1] hat eine neue Theorie aufge- t, welche auf folgenden Hauptprincipien beruht. Wir sen voraussetzen, dafs der Erdkern sich in einem, den melzpunct bedingenden Zustande der Glühhitze befindet, die othermischen Linien aber haben im Ganzen die Gestalt äufseren Erdoberfläche. Wenn dann hauptsächlich im re, weniger durch Flüsse, als durch sonstige Ursachen, eine chtliche Anhäufung von Erde u. s. w. entsteht, so wird Wärme von innen heraufsteigen und könnte an der Stelle, vorher die äufsere Temperatur hatte, bei hinlänglicher e bis zur Glühhitze wachsen. Sinkt dann irgend ein Theil einem durch vermehrten Druck oder durch abschüssige dungen entstandenen Bruche herab und gelangt bis zu noch flüssigen Masse des Erdkerns, so wird letztere nach chen Gesetzen aufsteigen, und kommt sie bis dahin, wo Wasser aus der früheren Zeit zurückgeblieben und über- t die Masse damit gesättigt ist, so werden Wasserdämpfe det, die dann die Decke in die Höhe treiben und sie der blasenartig erheben oder durchbrechen, und die s statisch in die Höhe gehobene geschmolzene Masse als Lava ausfliefsen. Finden diese Ereignisse in tiefen en statt, so werden sich dort blofs vulcanische Ausbrü- zeigen, die aber durch Abkühlung, und weil die Masse hoch genug gehoben werden kann, wieder aufhören; die sten Anhäufungen entstehn an den Meeresküsten und r ziehn sich an diesen die Oeffnungen der Vulcane hin.

Herschel selbst bemerkt mit einer grofse Gelehrte nicht n zierenden Bescheidenheit, es solle das Gegebene keine ntliche Theorie seyn, sondern nur ein Versuch, die be-

---

1 London and Edinb. Philos. Mag. N. LXVI. p. 212.

obachteten Erscheinungen an bekannte Thatsachen zu kn
Das Ganze heiße also einfach bloß: die Schmelzbar
Metalle im Innern der Erde vorausgesetzt, so wie das S
der Wärme, sich nach außen zu erheben, könne unte
ken Ablagerungen eine bis ans Glühen reichende Hitz
den noch mit Wasser gesättigten Schichten mittheilen,
heben und bei der unerschöpflichen Menge von Wa
Innern der Erde die bei vulcanischen Eruptionen beob
ten Erscheinungen hervorrufen. Eine ähnliche, s
beachtende Idee hat BABBAGE[1] schon früher geäußert
die räthselhaften Veränderungen zu erklären, deren Spur
am *Tempel des Serapis* bei Puzzuoli zeigen[2], nimmt
wechselnde Hebungen und Senkungen an, deren Ursa
wiederholten Ueberlagerungen und in Aenderungen der
peraturen der älteren und neueren Schichten zu suche
wobei er zugleich durch Berechnungen darthut, daß es
so großen Wärmezunahme bedürfe, um das Volumen
großen Masse von Felsarten so weit zu vermehren, da
ses eine Hebung von mehreren Fußen zur Folge haben
Was für bedeutende Anzeigen vorhanden sind, wonach
änderungen der Temperatur ausgedehnter Erdschichten m
ren Hebungen und Senkungen zusammenfallen, und von
cher nicht geringen Wichtigkeit diese zur Erklärung d
Temperaturverhältnisse und des magnetischen Verhalten
der Erdoberfläche sind, ist bereits an einem andern Ort
zeigt worden[3]. Andeutungen dieser Art sind daher alle
wichtig genug, um ihnen die Aufmerksamkeit zuzuwe
obgleich HERSCHEL's Theorie schwerlich als genügend z
klärung der sämmtlichen vulcanischen Erscheinungen g
kann. Wollte man auch den ersten Ursprung der Feuerberg
die submarinischen Eruptionen daraus ableiten, wogegen
noch manche Einwendungen machen ließen, so würd
doch keineswegs zureichen, um die ganze Reihe der
canischen Erscheinungen, die Wechsel der Ruhe und
Thätigkeiten, so wie den Ursprung der vielfachen Erzeug
der Feuerberge genügend daraus abzuleiten.

---

1 London and Edinb. Phil. Mag. N. XXVII. p. 213.
2 Vergl. Art. *Meer.* Bd. VI. S. 1606.
3 S. Art. *Temperatur.* S. 542 ff.

Die vollständigste Theorie aller vulcanischen Phänomene neuerdings G. Bischof[1] aufgestellt, wobei hauptsächlich jenigen gehaltreichen Untersuchungen zum Grunde liegen, von demselben früher über die Wärmeverhältnisse der Erde n Publicum mitgetheilt worden sind. Gegen die Zulässigkeit er Ableitung der vulcanischen Ausbrüche aus chemischen setzungen, hauptsächlich nach Davy's Ansicht, dient ihm oben bereits erwähnte Abwesenheit des Wasserstoffgases er den vulcanischen Producten und die unermefsliche Menge vorhandenen Kohlensäure als entscheidendes Argument. s der Abwesenheit des Stickgases in den von Vulcanen ausstofsenen Gasarten geht aber hervor, dafs keine chemische setzung auf Unkosten der atmosphärischen Luft statt finkann, und aufserdem müfsten nach den Bestandtheilen Basalte und Laven, als den Erzeugnissen der angenomten chemischen Zersetzungen, hauptsächlich Silicium und nium reducirt werden, die jedoch nach Berzelius und ler keineswegs den Sauerstoff begierig aufnehmen[2]. n Gay-Lussac annimmt, dafs das freigewordene Wasoffgas sich mit Chlor zur Bildung von Salzsäure verbinde hieraus die grofse Menge des erzeugten Kochsalzes erar werde, so läfst Bischof diesem Argumente allerdings chtigkeit widerfahren, findet jedoch einen Gegenbeweis em Umstande, dafs zwar, namentlich beim Vesuv und bei andern Vulcanen, salzsaures Gas vorkommt, bei anaber nicht, und auf jeden Fall in keiner so grofsen ge, als aus dieser Hypothese folgen müfste, wofür zuh der Umstand entscheidet, dafs Kochsalz selten einen ndtheil derjenigen Mineralquellen ausmacht, die in der thätiger oder erloschener Vulcane emporkommen. Auem aber fand J. Lavini[3] in der absichtlich zur Entscheidieser Frage genau untersuchten Asche des Vesuv von zwar einige Hydrochlorate von Metallen, die früher als rmetalle vorhanden gewesen seyn und durch den Zutritt Wasserstoffs in Hydrochlorate verwandelt eine Entbin- von Wärme begünstigt haben konnten, wie dieses nicht

1 Edinburgh New Phil. Journ. N. LI. p. 25.
2 Poggendorff's Ann. I. 221. XI. 146.
3 Memorie d. R. Accademia di Torino. 1829. T. XXXIII. p. ff. Vergl. oben: *vulcanische Erzeugnisse*.

bei Chlorkalium und Sodium, wohl aber bei Chlorcalcium und vielleicht Chlormagnesium zu geschehen pflegt, allein die Menge dieser Verbindungen war selbst nicht in der Lava von 1822, auf keinen Fall aber in der von 1794 genügend, um die Entbindung der bei vulcanischen Ausbrüchen vorhandenen enormen Glühhitze daraus abzuleiten.

Bischof leitet dagegen die gesammten vulcanischen Erscheinungen von der Hitze im Innern der Erde ab. Aus den bisher bekannt gewordenen genaueren Messungen der mit der Tiefe zunehmenden Erdwärme[1] folgert er, dafs in 113505 bis 126829 Fufs Tiefe die Schmelzhitze der Laven herrscht, und obgleich die Elasticität des Wasserdampfes bei dieser Temperatur nicht ausreichen würde, um eine so hohe Lavasäule zu heben, so ist doch leicht denkbar, dafs der Wasserdampf neben und durch die geschmolzenen Massen aufsteigt und die oberen Lagen derselben emporschleudert, weswegen nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Spallanzani, Sa... und Hoffmann der Stromboli abwechselnd Laven und Dampfwolken auswirft. Zugleich nimmt er eine Verbindung zwischen dem Meere und den vulcanischen Herden an, um den letzteren auf diese Weise Wasser zuzuführen, und es ist demnach nicht schwer zu zeigen, dafs das Eindringen des Wassers in genügender Tiefe statt finden kann, um die Lava aus den Kratern der Vulcane herauszuschleudern, ohne dafs der hydrostatische Druck des Wassers zu gering wäre, um der Elasticität des Dampfes den gehörigen Widerstand zu leisten, um so mehr als der Wasserdampf in den engen Canälen wieder verdichtet wird. Die häufigen Beobachtungen vom Aufwallen des Meeres und vom Aufsteigen gewaltiger Dampfmassen aus demselben in der Nähe thätiger Vulcane liefern ohnehin einen positiven Beweis für eine solche Verbindung der vulcanischen Herde mit dem Wasser der Meere. Wenn Bischof zugleich seine Zuflucht zu der bekannten Behauptung von Perkins nimmt, wonach der Wasserdampf nicht durch rothglühende Oeffnungen dringen soll[2], so ist die Wahrheit dieser Thatsache auf jeden Fall sehr zweifelhaft[3], inzwischen

1 S. Art. *Temperatur im Innern der Erde.* S. 233.

2 Quarterly Journ. of Science 1827. p. 471. Ann. de Chim. et Phys. T. XXXVI. p. 435.

3 S. meine Untersuchungen in Poggendorff's Ann. XIII. 2..

arf es dieses Hülfsmittels nicht, da auf jeden Fall nach allezeit plötzlichen Verwandlung des eingedrungenen Was- in Dampf das noch in den engen Rissen befindliche sser durch die Adhäsion an die Wandungen und die aus zahlreichen Krümmungen entspringenden Hindernisse sei- freien Bewegung einen genügenden Widerstand entgegen- t, und zudem wird sehr richtig bemerkt, dafs die Lava st die Canäle verstopfen müsse, woraus sich dann die Perioden Ruhe nach beendigten Ausbrüchen leicht erklären, wenn zugleich berücksichtigt, dafs das zuerst eindringende sser an sich und bei seiner Verwandlung in Dampf be- tende Abkühlung bewirkt und dadurch Risse und Spaltungen ugt, die sich aber nachher durch die von unten herauf ringende Hitze und durch die in den glühend heifsen sserdämpfen theils geschmolzenen, theils erweichten Massen der verstopfen. Die Abkühlung kann aber bei einigen Vul- n auch so weit zunehmen, dafs keine geschmolzenen Mas- mehr ausgeworfen werden, wohl aber mehr oder minder se Dämpfe, was dann den Uebergang zur Erzeugung der sen Quellen bildet, oder aber die Verstopfung wird allge- und der Vulcan kommt in die Reihe der erloschenen. Eindringen des Wassers bis zu den Herden der Vulcane rliegt aber nach den oben bereits erwähnten Thatsachen em Zweifel; denn wollte man auch bei einigen keine Ver- ung mit dem Meere zugeben, so müssen doch nothwendig hydrometeorischen Wasser sich bis dahin herabsenken. mit im genauesten Zusammenhange steht dann die oben b. I.) mitgetheilte Beobachtung, dafs beim Aetna die Menge Ausbrüche durch die gröfsere Quantität des Regens be- t zu seyn scheint.

Aus diesen mehr im Einzelnen entwickelten Gründen, die h eine reiche Zusammenstellung vieler Thatsachen unter- t werden, führt G. Bischof die gesammten vulcani- n Erscheinungen auf die Wirkungen der Wasserdämpfe ck, die aus dem in die Erde sinkenden Meereswasser dem Quellwasser erzeugt und in den enormen Rauch- en der Vulcane als Wasserdampf ausgeworfen werden, dann zugleich auch die Laven herausschleudern und die reichen Hebungen bewirken, denen selbst die in Skan- vien beobachteten beizuzählen sind. Gegen die letztere

Ansicht dürften sich wohl die bedeutendsten Zweifel er lassen, sofern es in der That schwer vorstellbar ist, w allgemein und auch namentlich bei den vulcanischen I menen plötzlich wirkenden Wasserdämpfe so langsame, Jahre anhaltende, bald mehr, bald weniger zunehmend bungen erzeugen sollten, denen die namentlich in Gr wahrgenommenen Senkungen gegenüber stehn. Zur Erl der letzteren Phänomene scheint mir die bereits oben[1] stellte Hypothese, wonach die Erdkruste ungleich e ist und aus noch nicht genügend erforschten Ursache mehr, bald weniger Wärme aus dem Innern aufnimmt, theils aber nach aufsen abgiebt, dadurch dann entwed gedehnt oder zusammengezogen wird, bei weitem de zug zu haben, um so mehr, wenn man berücksichtigt nach BABBAGE's eben erwähnter Berechnung es keiner fsen Veränderung der Temperatur bedarf, um die Fels so stark auszudehnen, dafs dadurch eine Hebung vo chen Fufsen erzeugt wird. Die chemische Hypothese ha allerdings den Vorzug, dafs sie die Erklärung des Ur der bedeutenden Hitze mit einschliefst, allein der sp Ansicht DAVY's steht das Fehlen des Wasserstoffgases übersteigliches Hindernifs entgegen und keine andere fication dieser Theorie genügt allen Erscheinungen hinl so dafs die durch G. BISCHOF aufgestellte Hypothese d me aller Erscheinungen offenbar am besten genügt, man einmal die grofse Hitze in so beträchtlichen Ti thatsächlich begründet annehmen darf, was mindeste sehr hohen Grad von Wahrscheinlichkeit für sich hat brigens versteht sich wohl von selbst, dafs diejenige welche durch den Chemismus in Folge der statt fi vielfachen Verbindungen, die zur Erzeugung der ver nen vulcanischen Producte dienen, erzeugt wird, als Processen mitwirkend gelten müsse, was sich wohl noc specielle Untersuchungen darthun liefse, ohne dafs der Ableitung der Hitze aus der hohen Temperatur d innern als Hauptursache Abbruch geschieht. Dabei aber vor allen Dingen noch der Umstand Berücksic dafs durch die zahlreichen vulcanischen Processe eine

1 S. Art. *Temperatur*. S. 544 ff.

ende Verminderung der Erdtemperatur bedingt zu werden eint, die mit der unveränderlichen Rotationszeit des Erd-s im Widerspruche steht. Man könnte hiergegen aller-gs einwenden, dafs die grofsartigsten vulcanischen Ausbrü-allezeit nur unbedeutend in Beziehung auf die Gröfse der zen Erde sind, allein wenn eine solche Ursache in der im-hin bedeutenden Ausdehnung, wie sie hierbei wirklich statt et, unablässig wirkt, so müfste sich nach Jahrhunderten Jahrtausenden nothwendig eine Wirkung zeigen, die wir och hinsichtlich des vorliegenden Problems nicht wahrneh-n. Dürfen wir aber den tellurischen Magnetismus für Ther-magnetismus halten, wie aus vielen Gründen mindestens r wahrscheinlich wird, so deuten die Wechsel desselben, sich in den Veränderungen der Declination und Inclina-deutlich zeigen, unverkennbar auf Oscillationen der Tem-tur an verschiedenen Orten unserer Erde, obgleich aus angegebenen Gründen die vorhandene Menge der Wärme es Planeten als stets unveränderlich gelten mufs. Als Es darf inwischen angenommen werden, was in Bezie-auf die Erklärung der Naturerscheinungen von höchster tigkeit ist, dafs bei der Grofsartigkeit der Operationen Natur ungeachtet aller partieller höchst bedeutender Os-tionen dennoch der Zustand des Gleichgewichts stets er-n wird.

Als Gegner dieser Hypothese und bleibender Anhänger schon früher lebhaft vertheidigten Ansicht Davy's ist ubeny[1] aufgetreten, wobei er die gegen diese letztere auf-llten Argumente einzeln zu widerlegen und nach seiner nung neue Gründe für dieselbe aufzustellen sich bemüht. scheint mir sachgemäfs, den Gang der Untersuchungen es berühmten Geologen hier kurz mitzutheilen. 1) Der Einwurf soll darin liegen, dafs die Vulcane nicht stets der Nähe des Meeres gefunden werden, wogegen jedoch leicht nachweisbare Anwesenheit von theils süfsem, theils lzenem Wasser in geringer Entfernung von Vulcanen sich end machen läfst; allein hierüber kann nicht wohl ein

---

1 Edinburgh New philos. Journ. N. LII. p. 291. Aufser dessen eits erwähnten Schriften vergl. Encyclop. metrop. Art. Volcanic ology.

Streit statt finden, da nach beiden Hypothesen das Wasser ein unentbehrliches Agens ausmacht. 2) Gegen das zweite Argument, dafs bei dem steten Aufsteigen von Wasserdampf und den Lavaströmen aus den vulcanischen Kratern die atmosphärische Luft nicht in genügender Menge eindringen könne, um durch ihren Sauerstoffgehalt die Metalloide zu säuern, wird der stete Wechsel der Temperatur und die in dessen Folge statt findende Erzeugung von Räumen mit verdünnter Luft geltend gemacht; allein es handelt sich nicht eigentlich hierum, sondern um den unbezweifelten Mangel an Stickgas bei den vulcanischen Exhalationen, statt dafs dieses in unermefslicher Menge aufsteigen müfste, wenn man eine Säuerung der nicht reducirten Erden durch atmosphärische Luft annehmen wollte. 3) Um die Abwesenheit des Wasserstoffgases zu erklären, beruft sich Daubeny auf die Menge der vorhandenen Salzsäure und Hydrothionsäure und glaubt den Ursprung des hier vorhandenen Wasserstoffs nur aus der chemischen Theorie erklären zu können, was jedoch aus einer genauen Würdigung der Thatsachen schwerlich folgen dürfte. 4) Der Mangel an atmosphärischer Luft in der ungeheuren Menge der an Orten erloschener Vulcane aufsteigenden Kohlensäure wird theils durch die Behauptung geschwächt, dafs wirklich diese Luft in den Mofetten nicht ganz fehle, und dann aus der Entstehung der Kohlensäure erklärt, die ohne ununterbrochene chemische Processe durch die fortdauernde Hitze aus Kalksteinen entbunden werde. 5) Noch weniger Schwierigkeit verursache die Erklärung der Abwesenheit von Stickgas nach Boussingault, weil dieses Gas theils in mineralischen Quellen sich in Menge finde, theils zur Erzeugung von Ammoniak diene. 6) Als schwach begründet dürfte die Widerlegung des sechsten Einwurfes erscheinen, dafs die Erdmetalloide in der That so oxydabel nicht sind, als sie seyn müfsten, wenn auf ihnen die Erzeugung der enormen Hitze beruhn sollte. Hiergegen sagt Daubeny, Silicium werde durch Hydrogen und kohlensaure Alkalien leicht oxydirbar, Alumium verbrenne, wenn es über das Rothglühn erhitzt sey, Calcium und Magnium aber entzündeten sich noch leichter, und die Radicale der Alkalien könnten daher durch Zutritt von Wasser leicht eine für jene Processe genügende Hitze erzeugen. Allein die Annahme des Vorhandenseyns einer hierzu genügenden Menge von Kalium und

trium ist nicht begründet, und der Kalk mufs wohl im
hlensauren Zustande ursprünglich vorhanden seyn, wenn man
Entbindung der ungeheuren Menge von Kohlensäure er-
iren will. 7) Das aus dem specifischen Gewichte der Erde,
rglichen mit dem der nicht oxydirten Grundlagen der Fos-
ien hergenommene Argument, welches DAUBENY durch die
rgleichung des spec. Gewichts der Laven und ihrer Be-
indtheile zu widerlegen sucht, scheint mir überall von kei-
r Bedeutung zu seyn, weil wir nicht wohl von den Er-
ignissen der Vulcane auf die den innersten Erdkern bilden-
n Stoffe zu schliefsen berechtigt sind. 8) GAY-LUSSAC
int, das aus dem Wasser entbundene Hydrogen bilde mit
lor Salzsäure, welche Gasart jedoch nach BOUSSINGAULT
den Vulcanen unter dem Aequator fehlt. Hiergegen führt
och DAUBENY an, dafs DAVY salzsaures Gas beim Vesuv im J.
5 und 1829, er selbst dort 1834 und bei der Solfatara auf Vulcano
5 in grofser Menge gefunden habe; aufserdem sey es auf Island,
a, so wie beim Idienne und Purace gefunden worden, die Menge
Salmiaks nicht zu rechnen, die als Hauptproduct der Vul-
e zum Vorschein komme. Hierbei kommt es wohl haupt-
hlich auf die Bestimmung des Quantitativen dieser und der
rigen Producte der Vulcane an, die auf jeden Fall als höchst
wierige Aufgabe erscheint. Endlich macht DAUBENY ge-
n BISCHOF noch den Vorwurf geltend, dafs derselbe manche,
ch nach seiner Theorie statt findende, chemische Processe
r nicht gewürdigt habe, namentlich den Ursprung des Schwe-
wasserstoffgases, des Salmiaks und die sehr allgemeine That-
che, dafs die aus dem Innern der Erde aufsteigenden Gase
der Regel weniger Sauerstoffgas enthalten, als die atmosphä-
sche Luft.

Wenn man aber alle zahlreich vorliegende Thatsachen
rurtheilsfrei prüft, so lassen sich die gegen DAVY's, durch
re Einfachheit so empfehlenswerthe Hypothese aufgestellten,
ewichtigen Einwürfe zwar wohl beseitigen, allein doch nur
urch so gehäufte und mitunter gewagte Hypothesen, haupt-
ächlich wenn es darauf ankommt, den Mangel des Wasser-
toffgases zu erklären, dafs jene sinnreiche Theorie sich schwer-
ich in demjenigen hohen Ansehn auf die Dauer behaupten
wird, welches ihr anfangs zu Theil wurde. BISCHOF[1] dehnt

1 Edinburgh New Philos. Journ. N. LII. p. 347.

seine Theorie auch auf die Erklärung der mit den vu schen Thätigkeiten so genau verwandten Erdbeben an erzählt ein in dieser Beziehung allerdings sehr beachte thes Phänomen. Auf der bekannten Sainerhütte wurde Fuſs langer, 31395 Pfund schwerer eiserner Cylinder ge Nach Anfüllung der Form mit dem flüssigen Eisen bra ses unten durch und sank bis 11 Fuſs unter die Form bis 25 Fuſs tief in den sandigen Boden. Bald darauf e eine erdbebenartige Erschütterung von solcher Heftigkei die Arbeiter glaubten, das Haus werde einstürzen; u eine halbe Stunde nachher erfolgte eine zweite und n Stunden eine dritte. Da ungefähr in dieser Tiefe Cani gen, die das Regenwasser sammeln, so läſst sich schl daſs durch diese Wasser herbeigeführt wurde, es fuhre unmittelbar nach dem Stoſse Dampfwolken aus den Oe gen der Canäle, und man kann sich leicht vorstellen, dieselben durch Sand und Schlamm in Folge der Explo für eine Zeit lang verstopft wurden, bis das Wasser al wieder zu dem glühenden Eisen gelangte. Aus dies scheinung im Kleinen läſst sich mit Grunde auf die Erd im Groſsen schlieſsen, jedoch unterliegt es keinem Zw daſs viele derselben auch durch Entwickelung von Gas Innern der Erde entstehn, wie schon daraus hervorgeht, nach Le Gentil[1], v. Humboldt[2], v. Hoff[3] und An bei Erdbeben in Folge der vorher und gleichzeitig mit aufsteigenden Gasarten und selbst Flammen verschiedene T durch den Geruch derselben unangenehm afficirt und getödtet werden, so wie nicht minder aus den in vulcani Gegenden häufigen und starken Entwickelungen von Ko stoff oder Schwefel enthaltendem Wasserstoffgas aus der wovon später die Rede seyn wird.

Daſs Wasserdampf Erdbeben zu erzeugen vermöge, als ausgemacht angenommen wird, daſs sie durch andere elastische Flüssigkeiten hervorgebracht werden können, u

1 Nouveau Voyage autour du Monde. T. I. p. 172.

2 Reisen. Deutsche Ueb. Th. I. S. 499. Relat. Histor. p. 157.

3 Poggendorff's Ann. VII. 292. IX. 393. u. a. a. O.

4 Vergl. *Erdbeben*. Bd. III. S. 804.

keinem Zweifel, und ebenso gewiſs ist wohl der Schluſs, wegen des innigen Zusammenhanges zwischen den vulcachen Thätigkeiten und den Erderschütterungen die erzeude Ursache der ersteren auch die letzteren hervorzurufen Stande seyn müsse; allein dadurch wird noch nicht genau bestimmt klar, auf welche Weise elastische Flüssigkeiten solche Wirkung hervorzurufen vermögen, und diese Aufe scheint mir auch durch Bischof nicht scharf genug ins e gefaſst zu seyn. Bloſse Entbindung, Anhäufung und nnung elastischer Flüssigkeiten, bis zu welchem Grade es auch seyn möge, kann allerdings Hebungen von Ber- und Inseln bewirken, aber nicht so leicht und unmittelein unterirdisches Getöse und mehrmals wiederholte, als liche Stöſse sich äuſsernde, selbst von drehender Beweg begleitete Erschütterungen, die vielmehr das Resultat als wiederkehrender Entbindungen, Verpuffungen oder auch chluckungen stark gespannter elastischer Flüssigkeiten zu scheinen. Die von Kries aufgestellte Hypothese, wosich im Innern der Erde Knallgas bildet, welches durch d eine Ursache entzündet diese heftigen Erschütterungen gen soll, ist daher diesen Phänomenen sehr angemessen, sie setzt eine so allgemeine und stets, selbst bei erloen Vulcanen, fortdauernde Entbindung von Wasserstoffvoraus, wie dieselbe mit der Seltenheit dieser Gasart unden vulcanischen Erzeugnissen nicht wohl vereinbar ist. durch Bischof mitgetheilte Thatsache einer dreimal wieolten kleinen Erderschütterung durch plötzlich erzeugte serdämpfe ist daher ein sehr wichtiger Anhaltpunct für die hellung dieser stets noch nicht genügend erklärten Phäno-e, da es sehr nahe bei der Sache liegt, anzunehmen, daſs sser zu den glühenden Massen in bedeutender Tiefe hernkt und dort plötzlich in Dampf verwandelt wird, welcher t bloſs momentane Erschütterungen erzeugt, sondern auch durch seine Elasticität das nachdringende Wasser zurückngt, bald niedergeschlagen oder entweichend ein Vacuum herruft, wodurch eine neue Quantität Wasser herbeigezogen d, und durch diesen Wechsel die verschiedenen, bei den beben beobachteten Erscheinungen bedingt. Wenn aber ht alle Erdbeben aus dieser alleinigen Ursache abgeleitet rden können, was aus der starken Entbindung mephitischer

Gasarten in Gegenden, die diesen Phänomenen viel
gesetzt sind, und aus der Sicherung ebendieser Lä
gen solche Verheerungen durch Ableitungscanäle
elastischen Medien in einem sehr hohen Grade wahr
wird, so mufs man wohl noch zu andern Ursachen
flucht nehmen, und dann liegen offenbar chemische
nen am nächsten, deren einige, namentlich die V
des Schwefels mit Eisen, die Zersetzung von Chlor
serstoffgas durch den Einflufs des Lichtes u. s. w., di
sten Explosionen zu erzeugen vermögen. Welche ei
lichen Processe dieser Art aber als die wahrscheinlich
sachen der Erdbeben anzunehmen sind, diese Frage
sehr in das Gebiet der Chemie, als dafs ich mir ei
gende Beantwortung derselben zutrauen sollte.

Es dürfte hier der geeignete Ort seyn, einige
zu den Untersuchungen über die Erdbeben aufzuneh
von bereits oben[1] ausführlich gehandelt worden ist. B
lich der Erscheinungen im Allgemeinen läfst sich nich
tiges hinzusetzen, aufser etwa ein merkwürdiges Bei
grofsen Gewalt der Erschütterungen, die zuweilen
verticaler Richtung statt finden; denn bei dem starke
ben in Chili am 10ten Nov. 1837 wurde zu Fort S
ein 10 Meter tief in die Erde gesenkter und mit dr
mern befestigter Mastbaum so herausgeworfen, dafs
ganz rund blieb und keine Erde weggerissen war[2].
Erdbeben zu Kutch in Indien am 16ten Juni 1819 w
Schwankungen so stark, dafs die Menschen dad
ähnliche Weise, als durch die Schwankungen eines
krankheit hervorrufenden Schiffes, afficirt wurden[3].
gemeinen giebt es wohl keinen andern Theil der Erd
cher so oft von den gewaltsamsten Erdbeben hei
wurde, als die Westküste der südlichen Hälfte von
und die vielen Berichte der dort beobachteten Erdersc
gen geben daher die genaueste Kenntnifs solcher

1 S. Art. *Erdbeben*. Bd. III. S. 800.

2 L'Institut VIme Ann. N. 227. p. 190. Ann. de Ch.
LXVIII. p. 204.

3 Edinburgh Philos. Journ. N. V. p. 120.

. Nach Stevenson[1] darf man alle Jahre auf mehr als gefafst seyn. Unter die stärksten rechnet derselbe die zu uipa in den Jahren 1582; 1604; 1687; 1715; 1784; ; zu Lima in den Jahren 1586; 1630; 1687; 1746; ; zu Quito in den Jahren 1587; 1645; 1698; 1757 und . Das von 1806 zu Lima hatte Stevenson selbst Gele-eit zu beobachten. Man wunderte sich darüber, dafs das hnliche dumpfe Getöse, welches den Bebungen voraus-n und sie zu begleiten pflegt, damals nicht wahrgenom-wurde; auch sagte man, dafs die Hunde es nicht vorher t und die Schweine es nicht gerochen hätten. Auch i schien die Bewegung schaukelnd zu seyn, wie in ei-Bote, wenn man sich der Küste nähert. An verschie-Stellen des Meeres wurden aufsteigende Flammen ge-wie auch in einigen Niederungen aus der Erde empor-nde, und das Vieh, welches das dortige Gras gefressen starb danach. Die Grofsartigkeit dieser Erscheinungen n dortigen Gegenden hat eine Menge von Beschreibun-er einzelnen vorzüglichen herbeigeführt, z. B. des Erd-s vom 20sten Febr. 1835 durch Caldcleugh[2], und zu-sind sie in jenen Gegenden so zahlreich, dafs Bous-ult[3] meint, man könne die Erde für unaufhörlich be-halten, wenn man alle im bewohnten Theile America's enommenen Erschütterungen zusammenzählen wollte. Die trophen dieser Art in Peru und Chili treffen nicht blofs and, sondern auch das Meer an jenen Küsten nimmt tenden Antheil daran, wie man leicht aus den geschicht-Nachrichten ersieht, welche Woodbine Parish[4] über

---

Reisen in Arauco, Chile, Peru und Columbia. Weim. 1826. S. 76 u. a. a. O.

An account of the great Earthquaque experienced in Chili on 0. Febr. 1835. Vergl. Biblioth. univ. 1836. T. I. p. 143.

Ann. de Chim. et Phys. T. LVIII. p. 83. Von der grofsen der Erdbeben überzeugt man sich bald durch die hierüber auf-ten Verzeichnisse, z. B. durch v. Hoff in Poggendorff's Annalen durch die Liste der 1827 u. 1828 wahrgenommenen in Ann. de et Phys. T. XXXIX. p. 406., das nachträgliche Verzeichnifs dbeben von 1818 bis 1826 ebend. T. XXXIII. p. 402. und an-usammenstellungen.

London and Edinb. Phil. Mag. N. XLVI. p. 181. Capitain

die Wirkungen jener durch Erdbeben bewegten Me sammengestellt hat. Wie bedeutsam aber solche B gen sind, kann man sich leicht vorstellen, wenn rücksichtigt, dafs den Angaben nach bei dem heftigen ben am 20sten Februar 1834 zu Conception und Ta das Meer 33 Fufs über seinen gewöhnlichen Stand wurde[1].

Ein Zusammenhang zwischen den Erdbeben und canischen Thätigkeiten ist wohl nach den bereits er Thatsachen nicht mehr zweifelhaft, wenn auch beide mene nicht allezeit und durch unmittelbare Causalne sammenhängen. Als vorzüglich beweisend hierfür ist trachten die Menge der Erderschütterungen in vulcanisch genden, ferner das Aufsteigen von Flammen aus den und aus der Erde[2], wie nicht minder das Ausströn ähnlichen Gasarten, als welche durch Vulcane erzeu den, wobei nicht zu übersehn ist, dafs auch für das Au von Dampf nicht wohl zu bezweifelnde Zeugnisse vo

---

Bagnold, welcher sich längere Zeit zu Coquimbo an der K Chili aufhielt, giebt die Zahl der in 12 Monaten sich erei gröfseren Erdbeben auf nicht weniger als 61 an, ohne die l zu rechnen. Von dem schrecklichen Erdbeben zu Lima a März 1828 erzählt er, dafs ein englisches Schiff in der Bai lao an zwei eisernen Ankertauen lag. Das Schiff wurde ei hin und her geschleudert, die vorher ruhige See zeigte si bewegt, die Gebäude von Lima schienen hin und her zu sch und man sah, wie ihre Spitzen in die unter ihnen ausgebreitet wolke herabstürzten. An einigen Stellen schien das Meer zu und als nachher die Ankerketten aufgewunden wurden, fand Glieder der einen, die in 36 Fufs Wassertiefe auf weichem gelegen hatte, 13 Faden vom Anker und 25 vom Schiffe a beschädigt. Die etwa 2 Z. dicken Glieder schienen zum T schmolzen und zeigten eingebrannte Löcher von 3 bis 4 Zol und $\frac{1}{8}$ Z. Durchmesser, auch fand man in diesen und a gen Gliedern kleine Kugeln geschmolzenen Eisens, die sich abstofsen liefsen. Einige dieser Glieder werden zu Por zum Andenken aufbewahrt. S. Quarterly Journ. New Ser. p. 429.

1 L'Institut 1835. N. 117. p. 256.

2 Aufser den vielen bereits erwähnten Beispielen erwähnt schof in Edinb. N. Phil. Journ. N. LII. p. 351. noch die F Lissabon in Phil. Trans. XLIX. 415. und auf der Insel Matsd Hist. de la Conquête des Molluques. T. III. p. 318.

Dahin gehören hauptsächlich die Thatsachen, welche
n langen anhaltenden Erdbeben beobachtet wurden, die
m December 1811 in der Gegend tobten, wo der Ohio
em Mississippi zusammenfliefst, und die wir aus den
von STANLEY GRISWOLD an MITCHILL kennen[1]. Es
von Augenzeugen behauptet, dafs sie aus den zahlrei-
lort entstandenen Spalten nicht blofs Gasarten, sondern
eifsen Dampf ausgestofsen werden sahen, woraus eine eigene
n Wolken entstand. Auch Stücke von Lava wurden
t ausgeworfen und eine Menge Bimsstein, welcher zum
auf dem Mississippi schwamm, wodurch der Zusam-
ng der Erschütterungen mit vulcanischen Actionen wohl
Zweifel gesetzt worden ist. Wenn aber auch Steinkohlen
lbst Holzkohlen, ja sogar Holz, das am einen Ende
lt und am andern wie in Steinkohle verwandelt war
kohlen), herausgeschleudert worden seyn sollen, weil man
Rande der Spalten fand, so ist dieses allerdings sehr in-
nt, wenn anders die Thatsachen nebst den begleiten-
mständen als genau angegeben und gehörig constatirt
dürfen. Bei dem Erdbeben, welches am 23sten Febr.
u Oberwesel bei Bonn verspürt wurde, machte Gös-
die Bemerkung, dafs nach den Erdstöfsen alle metal-
eschirre von Schwefelwasserstoffgas angelaufen und das
der Brunnen milchig geworden war; ebenso machte
as Erdbeben von 1808 im Thale des Po das Wasser
Quellen trübe und milchig[3]. Dagegen wird bemerkt,
i dem Erdbeben in Chili am 19ten Nov. 1822 keine Spur
fsteigendem Gas oder Dampf wahrgenommen worden sey[4].
em Aufsteigen solcher mephitischer Gasarten sind dann
ie Vorempfindungen der Thiere vor den Erdbeben und

A detailed Narrative of the Earthquakes which occurred on
day of Dec. 1811 .... and also a particular account of the
nakings of the Earth occasionally felt from that time to the
30 of January and the 7 and 16 of February 1812 and sub-
ly to the 18 of Dec. 1813 cet. by Sam. L. MITCHILL, in Trans.
Soc. of Newyork. T. I. p. 281. Im Auszuge in G. XLVI. 113.
gger's Journ. Th. IX. S. 106.
Kastner Archiv. Th. III. S. 363.
S. VASSALLI-EANDI in Bibl. Brit. T. XXXVIII. p. 156.
Edinb. Journ. of Science. N. XIX. p. 56.

zum Theil ihr Geheule und ihre grofse Unruhe wäh Dauer derselben leicht erklärlich, wovon schon Le Genti Beispiele anführt. Alle diese zahlreichen Beweise sin genügend, die Erdbeben aus keiner anderen Quelle, vulcanischen Actionen abzuleiten; mindestens dürften d andere Ursachen erzeugten zu den seltenen Ausnah zählen seyn.

Sowohl an sich, als auch hauptsächlich in Beziel den Zusammenhang der Erdbeben mit noch thätigen loschenen Vulcanen ist es von grofser Wichtigkeit, di tung der meistens horizontal fortschreitenden, wenn auch zeitig vertical aufsteigenden oder undulatorischen, Bebu kennen, wobei dann noch als Nebenfrage in Betr kommt, in welchem Zusammenhange diese Richtung Gebirgsarten stehe, durch welche die Erschütterungen fen. Vor allen Dingen mufs man die grofsen Entfe bewundern, bis wohin sich die Bebungen erstrecken, mentlich in Beziehung auf das Erdbeben zu Lissabon[2] angegeben worden ist. Es würde nicht schwer seyn, ähnliche Fälle dieser Art aufzufinden, wie denn unter das Erdbeben am 16ten Nov. 1827 zu Sta. Fé de Bo Columbia am 17ten Nov. (also wegen des Längenunters an dem nämlichen Tage) zu Ochotzk gleichfalls verspürt Die Richtung desselben war von SO. nach NW., welc die mexicanischen Vulcane nach Sibirien hinläuft[3]. durch findet die Vermuthung, welche Egen[4] aufgest neben ihrer inneren Wahrscheinlichkeit eine Unterst dafs nämlich die Erdbeben von einem Centralpuncte au

---

1 Nouveau Voyage autour du Monde. T. I. p. 172. \ Humboldt Reis. Th. I. S. 499. Th. II. S. 73. v. Hoff in Pogg Ann. XII. 567. XVIII. 46.

2 Vergl. Bd. III. S. 812. Weitere Nachrichten über die ren in demselben Jahre 1755 und weiter 1756 wahrgenomme schütterungen theilt Nöggerath in Schweigger's Journ. Th. 57. mit.

3 Edinburgh New Phil. Journ. N. XXII. p. 129. Vergl. Journ. of Sc. N. XVIII. p. 368.

4 Poggendorff Ann. XIII. 153. Die starken Erdbeben zu L 1755, zu Lima 1746 und in Calabrien 1783 gingen entschied einem gemeinschaftlichen Centralpuncte aus.

h in Radien von ungleicher Länge nach allen Seiten hin breiten, jedoch so, dafs die in diesen Radien liegenden te ungleich starken Erschütterungen ausgesetzt sind. EGEN tlehnt diese Behauptung aus genauen Untersuchungen an den schiedenen Orten, wo das Erdbeben in den Rheingegenden Februar 1827 verspürt wurde, NÖGGERATH[1] aber stellt die elbst wahrgenommenen Phänomene mit dem gleichzeitigen halten des Vesuv zusammen, ohne dafs jedoch nach den EGEN aufgefundenen Thatsachen dieser Vulcan als der tralpunct jener Erschütterungen zu betrachten seyn dürfte. scheint es, als ob die Richtungslinien der in kürzeren oder eren Perioden an den nämlichen Orten wiederholten Erd- n sich im Ganzen gleichblieben; mindestens war dieses den beiden Erschütterungen der Fall, die ich in den Jahren und 1839 hier in Heidelberg erlebt habe, indem die tung beide Male von SW. nach NO. hinlief; auch läfst schon vermuthen, dafs im westlichen Europa zwischen italienischen und isländischen Feuerbergen die Richtungs- der Erdbeben im Ganzen von S. nach N. liegt, obgleich auch andere von den Inseln des griechischen Archipels aus nach d, also von SO. nach NW., hinzulaufen scheint. Unter den 27 alermo[2] seit 1792 bis 1831 beobachteten Erdbeben war die tung von 19 eine von O. nach W. sich erstreckende, von 4 von SW. nach NO. und von 4 eine von S. nach W. liegende. unverhältnifsmäfsig grofse Zahl 19 erklärt sich leicht aus der dieser Stadt gegen den Vulcan Aetna. Im oberen Theile Südamerica scheint die Richtungslinie der Erdbeben häu- von SO. nach NW. zu liegen, denn aufser dem bereits ähnten Falle zu Sta. Fe de Bogota wird auch von dem beben in Chili am 19ten Nov. 1822 erwähnt, dafs die und Spalten in dieser Richtung sich erstreckten[3]. Wenn also wirklich nachweisen liefse, dafs die an den nämli- Orten in nicht zu grofsen Zwischenräumen der Zeit sich erholenden Erdbeben die nämliche Richtung zeigen, so- die Ursachen derselben anhaltend von den nämlichen cten der Erdkruste ausgehn, so scheint mir diesemnach

1 Schweigger's Journ. Th. LIII. S. 57.
2 HOFFMANN in Poggendorff's Ann. XXIV. 50.
3 Edinburgh Journ. of Sc. N. XIX. p. 56.

die oben mitgetheilte Ansicht Egen's der Wahrheit am nächsten zu kommen. Hierfür sprechen auch die von Zipser über das in Ungarn am 15ten Oct. 1835 beobachtete heftige Erdbeben mitgetheilten Nachrichten.[1] Diesem war in demselben Monate des Jahrs 1833 ein Erdbeben in der Auvergne vorangegangen, bei dem in Ungarn zeigte sich aber an einigen Orten eine Richtung von SO. nach NW., an andern von NO. nach SW. und an noch andern von O. nach W., so dafs jedoch eine Zurückführung dieser verschiedenen Richtungen auf einen gewissen Centralpunct versucht worden ist.

G. Bischof[2] hat eine Menge Thatsachen gesammelt, die einen Anhaltpunct zur Entscheidung der Frage geben, welche Felsarten am meisten zur Fortpflanzung der Bebungen geeignet sind. Im Allgemeinen läfst sich annehmen, dafs keine in dieser Beziehung einen Vorzug vor andern hat, auch rücksichtlich der Entfernung, bis auf welche die Bebungen fortgepflanzt werden. Merkwürdig ist aber die aus den Beschreibungen starker Erdbeben z. B. zu Smyrna[3], zu Messina[4], Kingstown in Jamaica 1792, zu Pignerol[5] 1808, in Calabrien[6], zu Talcahuano in Chili[7] u. a. a. O. entlehnte Folgerung, dafs die Erschütterungen heftiger auf Alluvium und Diluvium wirken, als auf feste Felsarten, indem Häuser, die auf den letzteren erbauet, kaum beschädigt wurden, während die auf den ersteren errichteten Spuren der gewaltsamsten Zerstörungen zeigten. Nicht selten folgen die Bebungen der Richtung der Gebirgsketten, wie Palassou[8] aus den Erdbeben am 28sten Dec. 1779; 10ten Juli 1784; 8ten Juli 1791; 2... Mai 1814 u. s. w. in den Pyrenäen folgert, wobei jedoch die südlicher liegenden Gegenden stärker mitgenommen wurden als die Bergkette selbst. Das starke Erdbeben zu Caracas 1813 hatte die Richtung der Cordilleren von ONO.

1 V. Leonhard und Bronn Jahrb. für Mineral. 1835. N. 161.
2 Edinburgh New Phil. Journ. N. LII. p. 353.
3 Hist. de l'Acad. 1688. Buffon Hist. nat. T. I. p. 515.
4 Spallanzani Voy. T. IV. p. 138.
5 Journ. de Phys. T. LXVII. p. 238.
6 Oryktologische Bemerkungen über Calabrien. 1784.
7 Nautical Magazine. 1836. March and June.
8 Mém. pour servir à l'hist. nat. des Pyrén. p. 260 u. 916.

SW., ebenso das zu Cumana im J. 1797, und überhaupt en die Erdbeben in Peru und Chili die Richtung der gro- Andeskette, welche dort an den Küsten hinläuft[1], im gemeinen ist ihre Richtung in jenen Gegenden von N. nach Nach v. Hoff[2] folgen die Stöfse der Erdbeben häufig der ntung basaltischer Felsen und verbreiten sich nach beiden en von diesen aus; es liegt jedoch in der Natur dieser nomene selbst, hauptsächlich in der Tiefe, wohin die sie ugenden Actionen zu setzen sind, und in der dort vor- denen, uns unbekannten, von der äufseren Configuration leicht abweichenden Richtung der Felsen ein genügender nd, anzunehmen, dafs die Erdbeben nicht allezeit den fe- Gesteinen der Gebirgszüge folgen können, sondern sich unter willkürlich nach allen Richtungen verbreiten müssen. lich folgt aus gleichen Gründen, dafs zwar im Allge- nen die Centralpuncte der Erdbeben in den Herden der cane zu suchen sind, dafs sie aber zugleich auch an an- n Orten, als wo diese sich auf der Erdoberfläche zeigen, kommen können.

Die Erdbeben richten sich nicht nach den Jahreszeiten, man darf im Allgemeinen annehmen, dafs sie hiervon z unabhängig sind. Mit Gewifsheit liefse sich dieser Satz behaupten, wenn man sich die Mühe gäbe, vollständige ten dieser Phänomene zusammenzustellen, woraus aber si- r nach den bisherigen Beobachtungen kein anderes Resul- , als das angegebene, hervorgehn würde. Nimmt man da- gen einzelne Länder, und namentlich solche, wo diese Ka- trophen wegen der Nähe thätiger Vulcane sehr häufig sind d eben von diesen herrühren, so stellt sich allerdings zu- ilen ein ungleiches Verhältnifs ihrer Mengen nach den Jah- zeiten heraus. Unter den wenigen bis jetzt gemachten Zu- mmenstellungen dieser Art benutze ich zuerst die von Me- an[3]. Werden alle in Basel bis 1836 wahrgenommene und fgezeichnete Erdbeben nach den meteorologischen Jahreszei- geordnet, so fallen

1 V. Humboldt Rel. hist. T. V.
2 Geschichte d. Veränd. d. Erdoberfläche. Th. II.
3 Bericht über die Verhandl. der naturforschenden Gesellschaft Basel N. III. Basel 1838. S. 65. Vergl. denselben: über die in Basel

in den Winter	. . .	41
in den Frühling	. . .	22
in den Sommer	. . .	18
in den Herbst	. . .	39

zusammen 120, oder in Herbst und Winter 80, in F… und Sommer 40, welches Verhältnifs von 2:1 allerdin… fallen mufs. Aus einer Zusammenstellung der Erdbebe… che von 1821 bis 1830 in dem nördlich von den Alpe… genen Theile Europa's beobachtet worden sind, durch v… ergiebt sich, dafs in den Winter 43, in den Frühling … den Sommer 21 und in den Herbst 34 fallen, wom… jenes Verhältnifs zwischen … erbst und Winter zum F… und … mer = 77:38 … In diesen beiden Zusamm… … die … beben im Winter und im … … dafs man die Ursache die… … Zufall beimessen kann, … irge… … vermuthen mufs, welchen … finde. … möglich seyn dürfte, als … Ursachen der Erdbeben selbst nicht allseitig genau ge… kannt sind. Die Mengen der Erdbeben sind indefs ni… all nach den Jahreszeiten verschieden, wie hauptsäc… dem durch COTTE[2] aufgestellten Verzeichnisse der 3… beben hervorgeht, die ihm aus dem Zeitraume von … 1806 bekannt wurden, und zu einem gleichen Result… die nach den Monaten geordnete Zusammenstellung … Erdbeben, die während 40 Jahren zu Palermo beoba… durch HOFFMANN[3] aus den dortigen meteorologisch… stern ausgezogen wurden. Die Entscheidung über d… dicität der Erdbeben wird sehr erleichtert durch ein… rische Uebersicht der genannten Zusammenstellung… diese bereits durch KÄMTZ[4] gegeben worden ist, denen … noch das Verzeichnifs von 63 Erdbeben hinzufüge,

---

wahrgenommenen Erdbeben, nebst einigen Untersuchungen … beben im Allgemeinen. Basel 1834.

1 Poggendorff's Ann. XXXIV. 104.

2 Journ. de Phys. 1807. Sept. p. 161.

3 Poggendorff's Ann. XXIV. 49. Unter den 40 Jahre… Palermo 17 ganz ohne Erdbeben.

4 Meteorologie. Th. III. S. 536.

queville[1] zu Janina in Epirus von 1807 bis 1815 beob-
et wurden.

	Cotte	Hoff	Hoff-mann	Merian	Pou-queville	Summe
anuar	24	31	4	12	3	74
ebruar	25	36	5	14	2	82
ärz	23	31	13	6	6	79
pril	26	29	4	5	8	72
ai	16	33	1	11	8	69
uni	28	33	6	3	2	72
uli	42	20	4	7	9	82
ugust	34	31	6	8	7	86
eptember	25	24	6	12	8	75
October	38	41	2	11	2	94
November	22	26	4	14	3	69
December	35	34	2	15	3	89

Kämtz bemerkt, dafs aus der letzten Columne kein Ein- der Jahreszeiten hervorgeht, wogegen Merian erinnert, die Vereinigung aller dieser Zusammenstellungen nicht messen sey, um die ungleichen Mengen der Erdbeben in verschiedenen Jahreszeiten aufzufinden. Von der einen e mufs man allerdings alle Beobachtungen, mindestens der einen beider Halbkugeln unserer Erde, zusammen- men, wenn es sich um den Einflufs der Jahreszeiten auf Erdbeben im Allgemeinen handelt, von der andern aber erforderlich, die an gewissen Orten oder in bestimmten en beobachteten Erdbeben zusammenzustellen, wenn man che Einflüsse aufzufinden beabsichtigt[2]. In letzterer Be-

1 Ann. de Chim. et Phys. T. XLII. p. 409.

2 Lambert, welcher jedoch durch seine später zu erwähnende these etwas befangen seyn mochte, behauptet, dafs die Erdbe- zu Copiapo blofs in die Monate vom November bis April fallen. o äufsert hiergegen Zweifel, führt jedoch das Zeugnifs Bouguer's igure de la Terre p. 74. an, dafs heftige Erdbeben zu Peru in n Monate erwartet werden müssen, dafs sie aber dennoch in den n Monaten des Jahres am häufigsten sind. Arago stellt ferner durch Don Felipe Castillo Albo im Mercurio Chileno bekannt chten Erdbeben, die zu Santiago de Chili von 1822 bis 1828 achtet wurden, zusammen. Von diesen fallen 7 in den Januar; 2 n April; 4 in den Mai; 8 in den Juni; 2 in den Juli; 5 in den

ziehung sind die einzelnen Columnen sehr interessant, und namentlich muſs die unverhältniſsmäſsig groſse Zahl im März zu Palermo auffallen. Insofern aber die dortigen Erdbeben höchst wahrscheinlich eine Folge vulcanischer Thätigkeiten im Innern des Aetna sind und man Grund hat anzunehmen, daſs letztere vorzüglich durch das Eindringen des hydrometeorischen Wassers in das Innere dieses Berges bedingt werden, so lieſse sich dieses als eine locale Ursache der dortigen im März so häufigen Erdbeben betrachten, wenn man annähme, daſs das erforderliche Wasser aus dem schmelzenden Schnee jenes Berges entstände, eine Hypothese, die noch in der Armuth jenes Berges an Quellen eine Unterstützung findet. In v. Hoff's Zusammenstellung fällt das Maximum im October zwischen zwei so kleine Zahlen im September und November und das Minimum im Juli zwischen zwei so groſse im Juni und August, daſs man nicht wohl einen Einfluſs der Jahreszeiten auf die ungleichen Mengen der Erdbeben annehmen kann; anders aber würde es sich mit den von Merian mitgetheilten verhalten, wenn nicht zwischen den kleinen Zahlen vom März bis August im Mai wieder eine groſse aufträte. In dem Verzeichniſs von Cotte endlich wechseln die groſsen und kleinen Zahlen so sehr, und nicht minder in den Summen aller Zusammenstellungen, daſs hiernach jeder Einfluſs der Jahreszeiten verschwindet. Diesemnach ist es also wohl möglich, daſs örtliche Ursachen zu gewissen Zeiten des Jahres eine Vermehrung der Erdbeben herbeiführen, im Ganzen aber muſs man den Jahreszeiten einen Einfluſs auf diese Katastrophen absprechen. Der letzteren Ansicht ist auch Kämtz, indem er auſser den bereits erwähnten Thatsachen noch anführt, daſs nach Smyth[1] in Sicilien die Erdbeben in den ersten Monaten des Jahres am häufigsten seyn sollen, nach Le Gentil[2] aber auf Manila

---

August; 1 in den September; 1 in den October; 5 in den November und 19 in den December. Allein die letzten 19 gehören sämmtlich dem Jahre 1822 zu und von den 7 im Januar gehören 6 in das Jahr 1823. Die hier angeführten 49 sind aber nur die stärksten, denn vom 29sten Nov. bis 10ten Dec. 1822 wurden allein 150 schwache Erschütterungen gezählt. S. Ann. de Chim. et Phys. T. XLII. p. 409.

1 Memoirs of Sicily. p. 6.

2 Voyage. T. II. p. 366.

Ien letzten, und ebenso spricht ARAGO[1] den Jahreszeiten
m Einfluſs auf die Menge der Erdbeben ab, weil aus 63
h POUQUEVILLE zu Janina beobachteten Erdbeben von
7 bis 1825 kein solcher hervorgeht. Vor allen Dingen ist
wohl zu berücksichtigen, daſs man ohne die Zusammen-
ung langjähriger Beobachtungen zu keinem richtigen Re-
te gelangen kann; denn in der letzten Zusammenstellung
die gröſste Zahl in den Monat Juli, und dennoch hatte
das einzige Jahr 1813 unter allen neun in diesem Mo-
Erdbeben, aber deren 9, im ganzen Jahre dagegen 21.

Im Allgemeinen herrscht das Vorurtheil, daſs vorzüglich
ge Stürme von Erdbeben begleitet seyn sollen. KÄMTZ
erkt hierüber richtig, daſs der Mensch, an den Zustand
Ruhe des Luftkreises und der Erde gewöhnt, bei auffal-
len Störungen der einen auch eine gleichzeitige Störung der
ern vorauszusetzen geneigt ist, wozu man noch nehmen
nte, daſs minder geübte Beobachter die Erschütterungen der
ser und sonstiger Gegenstände nicht selten von Bebungen
Erde selbst ableiten dürften. Das Erdbeben zu Cumana
4ten Nov. 1799 war allerdings von einem heftigen Sturme
leitet und die Bewohner glaubten daher an einen Zusam-
hang beider Phänomene, allein Gewitter mit heftigen Stür-
ereignen sich in jenen Gegenden um dieselbe Zeit all-
lich[2]; bei dem starken Erdbeben in Chili am 10ten No-
ber 1837 fand gleichzeitig Sturm und heftiger Regen statt[3],
man glaubt dort sehr allgemein an einen Zusammenhang
schen Erdbeben und der Witterung, MOLINA aber, dort
oren und erzogen, konnte diesen bei seinen anhaltenden
bachtungen nicht finden, vielmehr behauptet er, daſs die
lreichen Erdbeben sowohl bei heiterem Wetter als bei stür-
schem statt finden. HOFFMANN[4] versichert, daſs er sich
gebens bemüht habe, bei den 57 zu Palermo binnen 40
ren genauer beobachteten und in den meteorologischen
gistern von PIAZZI und CACCIATORE aufgezeichneten Erd-
en irgend eine möglicher Weise damit in Verbindung zu

1 Ann. de Chim. et Phys. T. XLII. p. 409.
2 V. HUMBOLDT Voyage. T. IV. p. 16.
3 L'Institut 6me Ann.
4 Poggendorff's Ann. XXIV. 60.

h de Witterungserscheinung aufzufinden, und
... Resultate gelangte DOMENICO SCINA[1] bei d
... der anhaltenden und oft wiederkehrenden
...he in den Jahren 1818 und 1819 die Umgeb
...nienkette heimsuchten.

...cht minder allgemein herrscht der Glaube, da
be... t tiefen Barometerständen verbunden seyen
... , wenn sie noch obendrein sehr ungewöhn
...ere schliefsen lassen. MERIAN[2] benutzt die
zu ... 1 beobachteten und aufgezeichneten 22 Erd
Beantwortung dieser Frage. Dabei scheidet er aber
auch in einem weiteren Umkreise wahrgenommenen
ben aus, bei denen sich kein Einflufs auf den Baro
zu Basel zeigte, ein Verfahren, dessen Zulässigkeit
felhaft seyn dürfte, da sich die Barometerschwanku
weite Entfernungen zu erstrecken pflegen. Unter d
13 zeigte sich bei 5 kein Zusammenhang mit dem
stande, 8 aber fielen mit einem niedrigen Stande
schnellen Aenderung zusammen. Aus einer Zusamm
der seit 1826 in der Schweiz beobachteten 36 Erd
einer Vergleichung derselben mit dem Barometerstan
sel ergiebt sich, dafs 6 in die Classe der allgemeine
wobei kein Einflufs auf das Barometer zu bemerken
von den 30 particulären aber 10 mit einem auffalle
gen oder sich schnell ändernden Luftdrucke verbund
MERIAN findet es hiernach mindestens wahrscheinl
ein Zusammenhang zwischen den Erderschütterungen
Luftdrucke statt finde, und sucht diesen Satz noch
aus sonstigen einzelnen Fällen abzuleiten. Dürfte m
aber als begründet ansehn, so könnte es nach seiner A
hin führen, die äufsere Erdkruste keineswegs für so
lich zu halten, als gewöhnlich geschieht, und es
möglich zu betrachten, dafs ein verminderter Luft
Hebungen der Erdrinde einen geringeren Widersta
gensetzte. Die meisten Physiker werden indefs die
selbst noch keineswegs für hinlänglich begründet hal

1 Rapporto del Viaggio alle Madonie, impresso per
Governo in occasione de' tremuoti colà accaduti nel 1818 e
2 Bericht über d. Verhandlungen u. s. w. S. 72.

lich wegen des durch MERIAN selbst gleichfalls nicht über-
en Umstandes, dafs die Erdbeben nördlich von der Al-
ette der Mehrzahl nach in den Winter fallen, worin die
igen und schnell wechselnden Barometerstände häufiger
die Erdbeben daher öfter mit ihnen zusammenfallen kön-
Im Allemeinen aber wurde schon COTTE durch seine Unter-
ungen zu dem Resultate geführt, dafs die Erdbeben ohne
rschied bei hohen und niedrigen, bei schwankenden und
onären Barometerständen statt finden; zu einem gleichen
ngte KRIES, und unverkennbar geht dasselbe auch aus der
mmenstellung der 57 zu Palermo beobachteten Erdbeben
h HOFFMANN hervor. In 31 Fällen stand das Barometer
und in 24 Fällen unter dem Mittel des Monats, in 2
en aber auf demselben. Dennoch aber beträgt das Maxi-
n über dem Mittel 3,584 Lin., das Minimum unter dem-
en 6,271 Lin., so dafs also zwar der Stand über dem Mit-
der häufigere war, die absolute Gröfse des Standes über
Mittel aber hinter der unter demselben zurückblieb. Au-
dem aber stellt sich heraus, dafs die Abweichungen des
ometerstandes bei Erdbeben vom Medium sowohl über als
unter demselben in allen 40 Jahren niemals die Grenzen
ichten, welche in Mitteljahren ohne aufserordentliche äu-
e Einflüsse vorzukommen pflegen, in den meisten Fällen
gen ansehnlich und oft mehr als die Hälfte des ganzen
rthes von diesen Grenzen entfernt blieben. Endlich aber
gen die Schwankungen des Barometers während der Erd-
en zu Palermo in diesen 40 Jahren niemals über die Gren-
der sonstigen gewöhnlichen Barometer-Oscillationen hin-
und waren in den meisten Fällen sehr unbedeutend. Neh-
n wir hinzu, dafs der mittlere Barometerstand bei allen je-
n Erdbeben nur um 0,09 Lin. geringer ist, als das allge-
ine Mittel, so müssen wir zugestehn, dafs nach allen die-
n Thatsachen jede Hoffnung, einen Zusammenhang zwischen
n Erdbeben und den Barometerschwankungen aufzufinden,
nzlich schwindet. Ganz diesem gemäfs erzählt auch L.
v BUCH[1], dafs beim Ausbruche des Vesuv im Jahre
94 alle Instrumente während der 10 Tage des stärksten
bens in grofser Unruhe waren, die Barometer aber ihren

1. G. V. 11.

Stand unverändert beibehielten oder nur unbedeute derten.

Man betrachtet allgemein die Erdbeben als genau menhängend mit vulcanischen Thätigkeiten, und z Schlusse führt auch sehr leicht die grofse Menge de ben in der Nähe der Feuerberge, wie nicht minder der Entfernung von diesen abnehmende Zahl und H Hiernach wird angenommen, wie bereits angegeben w dafs diejenigen elastischen Flüssigkeiten, welche, in u Tiefen unter der Erdoberfläche entwickelt, die vul Producte aus den Kratern der Vulcane emporschleud bald sie keinen Ausweg finden oder in zu grofser M wickelt werden, als dafs sie frei ausströmen könnten fsere Erdrinde durch ihre blofse Elasticität heben od ihre Explosion erschüttern und auf diese Weise di ben erzeugen. Die überwiegend triftigen Gründe Hypothese liegen so nahe, dafs es kaum der Mühe sie einzeln genauer zu erörtern. Dahin gehört unt das Beben der Umgegend der Vulcane während hefti brüche der letzteren, das Aufsteigen entzündlicher und Dämpfe aus der Erde während und vor den und die Beobachtung, dafs manche Gegenden durch ti nen oder Canäle gegen die zerstörenden Wirkungen beben geschützt werden, wie denn namentlich Paläs den grofsen Verheerungen, die Syrien so oft heimsucl wegen verschont bleiben soll, weil sich gleichzeit Mengen gasförmiger Substanzen aus unterirdischen C das todte Meer entleeren, die zugleich bedeutende M Asphalt ausstofsen. KRIES[1] findet die Ursachen der terungen hauptsächlich in den Explosionen von Knall dem nach DAVY's Hypothese die Metalloide das Wa setzen und dadurch Wasserstoffgas erzeugen, welches atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas gemischt a eine Weise entzündet werden soll. G. BISCHOF diese Ursache nicht ganz aus, leitet aber die Mehr Erdbeben von der Wirkung der Wasserdämpfe ab, w oben bereits mitgetheilten triftigen Gründe ein bed Argument abgeben, namentlich auch das Aufsteigen vo

1 Ueber die Ursache der Erdbeben. Leipz. 1827. 8.

der Erde während und vor den Erschütterungen oder über-
t in Gegenden, die solchen Katastrophen am meisten aus-
zt sind.

Wenn wir also zur Erklärung der Erdbeben beide Hy-
esen benutzen und die meisten dieser Phänomene aus
Wirkung der Wasserdämpfe, einige aus Explosionen von
lgas und noch einige endlich aus entwickelten Gasarten
iten, so dürfte dieses vollkommen genügen, und was hier-
etwa noch dunkel bleibt, mufs seine nähere Erklärung
h weitere Aufhellung der vulcanischen Actionen im All-
einen erhalten. Boussingault[1] glaubt aber, dafs nament-
die ausnehmend zahlreichen Erschütterungen in Südame-
nicht in so unmittelbarem Zusammenhange mit der vul-
schen Thätigkeit stehn, und Bischof[2] scheint nicht ab-
igt, dieser Ansicht beizupflichten. Die Erdbeben, sagt
, sind in der Andeskette so häufig und fallen so selten
den Ausbrüchen der dortigen Vulcane zusammen, dafs
sich geneigt fühlen mufs, sie von einer anderen Ursache
leiten. Diese findet Boussingault für die meisten Fälle
len Einsenkungen von Felsmassen, die vorher durch vul-
sche Kräfte emporgehoben wurden. Zur Unterstützung
er Hypothese dienen ihm hauptsächlich die indischen Sa-
von den Senkungen des *Capac-Urcu* bei Riobamba, die
der Entdeckung America's statt gefunden haben sollen,
m dieser Berg früher den Chimborazo an Höhe übertraf,
aufserdem die anderweitigen Senkungen, wovon sich zahl-
he Spuren in den Cordilleren zeigen. Die französischen
demiker waren bei den Operationen ihrer Gradmessung
durch den Schnee auf dem Guagua-Pichincha gehindert,
der neueren Zeit aber findet man dort keinen Schnee mehr,
die Einwohner von Popoyan bemerken, dafs die untere
neegrenze am Purace stets höher hinauf rückt, ohne dafs
mittlere Temperatur sich merklich ändert. Allerdings müs-
die Cordilleren, die zur Zeit der jüngsten Hauptkatastro-
n unserer Erdkruste emporgehoben wurden, nach der Tiefe
urtheilen, aus der sie aufstiegen, sehr heifs gewesen
, sich also durch das zwar langsame, aber dennoch all-

1 Ann. de Chim. et Phys. T. LVIII. p. 83.
2 Edinburgh New Phil. Journ. N. LII. p. 355.

mälig fortschreitende Abkühlen zusammenziehn, und könnte daher wohl als eine Ursache mancher Bebun scheinen; wenn ich aber dagegen berücksichtige, dafs unbestreitbar sehr langsame Abkühlen solcher ungeheur sen nur eine sehr allmälige Senkung derselben, kei aber ein plötzliches Zusammenziehen oder ein mon Zusammenstürzen zur Folge haben kann, dafs ferner zungen auch noch so grofser Felsmassen in unteri Höhlen zwar ein starkes Getöse und einige nicht v breitete Erschütterungen, keineswegs aber solche B erzeugen können, durch welche massive Gebäude i verwandelt, Bäume verdreht und eingegrabene Mastbä waltsam emporgeschleudert werden, so kann ich die bene Ursache nicht füglich für eine solche erkennen, cher die allgemein bekannten Erscheinungen der Erdb zuleiten wären. Ungleich leichter kann man sich v dafs von den hydrometeorischen Wassern gewisse Qu abwechselnd bis zu den glühenden Massen unter de Erdkruste dringen, daselbst in Dampf verwandelt wer auf die bereits angegebene Weise die heftigen Exp hervorrufen. Bei der ungeheuren Tiefe der südan schen Vulcane, deren Krater obendrein wohl grof verstopft seyn mögen, darf es uns dann nicht wunder diese keine gleichzeitigen Eruptionen zeigen, vielmehr die Erdbeben viel weniger leicht bedingt seyn, wenn bundenen elastischen Medien aus den Kratern eine Ausweg finden. Endlich aber möchte ich gerade un aus der übergrofsen Menge der Erdbeben, selbst in d dilleren, ein Argument gegen die Zulässigkeit der Hy die sie aus Zusammenziehungen und Einstürzungen senförmig aufgetriebenen Felsmassen ableitet, entnehm sofern namentlich grofsartige Einstürzungen durchaus häufig vorkommen können, als die fast täglichen E erfordern würden. Allerdings läfst sich nicht füglich über dasjenige, was im Innern der grofsen Andeskel gehn mag, mit Sicherheit bestimmen, äufsere Spuren Katastrophen aber gehören zu den selten vorkommend eignissen. Das oft erwähnte Einsinken des Capac-Ur in die Zeit vor der Entdeckung America's, aufserdem a man allerdings zahlreiche Spuren, dafs Ränder und

ꞏle der Krater eingestürzt sind, allein in der Regel geꞏht dieses nur während der Dauer vulcanischer Ausbrüche, von der Silla de Caracas folgert v. HUMBOLDT[1] aus wieꞏolten barometrischen Messungen, dafs sie nicht merklich ꞏnken seyn könne, ungeachtet die Umgegend wiederholt ꞏh die heftigsten Erdbeben heimgesucht worden ist[2].

Die so eben untersuchte Hypothese gewinnt indefs an Beꞏsamkeit dadurch, dafs einer unserer kenntnifsreichsten ꞏgnosten, L. A. NECKER[3], sie nicht blofs auf die Erdbeben ꞏer Andeskette beschränkt, sondern auch auf viele andere ꞏen verschiedensten Erdtheilen ausdehnt, ohne jedoch in ꞏde zu stellen, dafs die meisten Erdbeben entschieden vulꞏschen Ursprungs sind, wonach sie also insgesammt entweꞏvulcanische oder durch Einstürzungen erzeugte, oder endꞏzweifelhaften Ursprungs seyn würden. Zu den nicht vulꞏschen zählt er namentlich das in Murcia 1829; zu Lahore Sept. 1827; zu Lissa im adriatischen Meere 1833; zu ꞏgno am 15ten Jan. 1832; zu Cutch am 16ten Juni 1819; Cumana am 14ten Dec. 1797; zu Caracas am 26sten März ꞏ0; in Calabrien von 1783 bis 1786; zu Bechstan 1772 auf Jamaica 1692. NECKER leitet die Erschütterungen ꞏt blofs von den herabfallenden Massen ab, sondern auch ꞏder eben durch diese verdrängten und in starke Beweꞏg gesetzten Luft. Das Hauptargument, worauf er sich ꞏbei stützt, entnimmt er aus den Erschütterungen, die er in ꞏm von ihm zu Genf bewohnten Hause durch das in einem ꞏren Gewölbe statt findende Aufschlagen eines Schmiedeꞏmers empfand und welche auffallend denen beim Erdbeꞏam 19ten Febr. 1812 glichen. Aufserdem macht er gelꞏ, dafs das Erdbeben in Calabrien 1783 mit keiner Entꞏelung von Hitze, Lava, Rauch, sauren oder schwefligen ꞏacten verbunden war, dafs die Erdoberfläche sank und erhoben wurde, dafs blofs Sand und Wasser aus den ꞏen oder sternförmigen Oeffnungen im Boden ausgeworfen

---

1 Voyage. T. X. p. 118.

2 Ueber das berühmte Erdbeben daselbst am 26sten März 1812 HUMBOLDT in Edinburgh Phil. Journ. N. II. p. 272. und TARTT ꞏ. N. IV. p. 300.

3 London and Edinburgh Phil. Mag. N. XC. p. 370.

tinents nur zu gewissen Zeiten feucht erhalten, soll sich Elektricität in Folge der die zwischen beiden liegende ion stets trocken erhaltenden Winde, namentlich der östen, auf den gebogenen Kämmen der Andeskette anhäufen, sie weder durch trockne Luft, noch auch durch die ne Erde entweichen kann. Zum Beweise dient ihm die jenen Höhen so leichte und so starke Elektricitätsentwicke- aus allen beliebigen Körpern. Diese Elektricität kann Luft nur an der östlichen Seite durchbrechen, weil sie lbst feuchter ist, und sie erzeugt dann die dortigen furchtn Gewitter; wird aber die Luft dort trocken und hindert dadurch den Durchbruch der Elektricität, so findet dieser ch die Küstenländer des stillen Oceans statt, indem der tere ihr einen kürzeren Weg darbietet und sie stärker an-t, als das atlantische Meer[1]. Sie durchströmt dabei die allischen Adern, feuchte Erdschichten, Flüsse und Wasammlungen, bahnt sich mit Gewalt einen Weg, wenn sie ien findet, und erzeugt dann durch die starken Entladun-Bebungen des Bodens, Spalten, Zerreifsungen, Verflüchngen der Körper, die hierzu geeignet sind, chemische setzungen, z. B. Verbrennungen des Schwefels und Ancits, mit einem Worte alle die Erscheinungen, welche bei den Erdbeben und vulcanischen Ausbrüchen wahrmen. Um allen diesen grofsen Nachtheilen vorzubeugen, man die Krümmungen der Cordillerenkämme durch mene Leiter mit einander verbinden und von diesen Ableibis zum Ocean oder bis in die grofsen Flüsse hinführen, er sich anhäufenden Elektricität einen Abzug zu verffen. Inzwischen müfste LAMBERT's Hypothese weit fe- begründet seyn, wollte man diesen Vorschlag anders als teuerlich nennen.

Unter die Zahl derjenigen, welche die Erdbeben als kungen der Elektricitat betrachten, ohne jedoch den eilichen Causalnexus so bestimmt anzugeben, als so eben ernt worden ist, gehört auch VASSALLI EANDI[2], dem wir zu-

1 Hiernach hätte das gemeine Vorurtheil, dafs Erdbeben häufig Gewitterstürmen begleitet seyen, gar nicht entstehn können, weil ine Phänomen das andere ausschliefst.

2 Bibliothèque Britannique. T. XXXVIII. p. 126.

gleich viele interessante Nachrichten über verschiedene [illegible] beben in Italien [illegible] und namentlich über dasjenige [illegible] welches im J. 18[illegible] die Gegenden im Thale [illegible] traf. Nach ihm bedingen sich die vulcanischen Au[illegible] und die Erdbeben wechselseitig und ihre gemeinsch[aftliche] Ursache ist in der Zersetzung der Schwefelkiese, ver[bunden] mit dem Einflusse der Elektricität, zu suchen.

Eine von allen bisher bekannt gewordenen bedeu[tend ab]weichende Hypothese über den Ursprung der Erdb[eben] [illegible] aufgestellt worden, und obgleich sie [illegible] überall Beifall finden dürfte, so mag sie doch [illegible] anderweitig berühmten Erfinders hier kurz erwäh[nt wer]den. Gestützt auf eigens zu diesem Behuf angestell[te Ver]suche, aus denen hervorging, dafs Thon, mit Wa[sser be]feuchtet, sich ausdehnt, leitet er die Erdbeben d[aher ab], dafs große Lager von Thon sich ausdehnen und da[durch] Erschütterungen erzeugen sollen. Dabei glaubt [er] nicht, dafs bei den unverkennbaren Wahrzeichen ei[nes Zu]sammenhanges zwischen den Erdbeben und den vulca[nischen] Thätigkeiten die letzteren nicht gleichfalls Ursachen [illegible] steren seyn sollten, allein gerade die häufigen Bebu[ngen] der [illegible] glaubt er deswegen nicht [illegible] [illegible] weil dort heifse Quellen [illegible] [illegible] von Basalt und [illegible] [illegible] Gegenstand weiter [illegible] [illegible] dafs Mergel und Thon [illegible] [illegible] lassen und selbst [illegible] [illegible] sobald diese befeuchtet [illegible] [illegible] sind, den Durchgang des Wassers [illegible] [illegible] woraus er dann schliefst, dafs große [illegible] verschiedene Lagen dieser Mineralien das [illegible] [illegible] in sich aufnehmen, dadurch ausgedehnt wer[den] [illegible] erzeugen.

Es bieten sich augenblicklich zu viele und zu gew[ichtige] Argumente gegen die Zulässigkeit dieser Hypothese da[r, als] dafs es der Mühe werth seyn sollte, sie nur überhaupt [illegible] zu machen.

1 Edinburgh New Phil. Journ. N. XXXIX. p. 115.

B. Uneigentliche Vulcane.

Der Begriff eines Vulcans setzt eigentlich die Anwesenȁt und Wirkung des Feuers voraus, und somit können blofs ȷjenigen Orte, wo Feuer unter der Erdoberfläche brennt ȷd die bekannten vulcanischen Producte ausgeworfen werȷn, diesen Namen erhalten; wegen der Aehnlichkeit der Erȷeinungen wird es jedoch auch gestattet seyn, diejenigen ȷte, wo andere Substanzen aus der Erde emporgehoben oder ȷgestofsen werden, uneigentliche Vulcane zu nennen, ohne ȷs sich die Thätigkeit des Feuers bei ihnen nachweisen oder ȷst nur wahrscheinlich machen läfst. Nach dieser Bestimmung können die Schlammvulcane und Gasvulcane den Feuerȷcanen angereiht werden.

a) Schlammvulcane.

Ein gewöhnlicher Vulcan erhält den Namen eines Schlammȷcanes nicht, wenn er unter den übrigen Producten auch ȷhlamm auswirft, sobald sich das Feuer als eigentliche Urȷche dieses Erzeugnisses nachweisen läfst und das Brennen ȷch ohne dieses Product statt findet, vielmehr bezeichnet man ȷt diesem Namen nur diejenigen Orte, wo ein fortdauernder ȷer periodischer Schlammauswurf statt findet, wobei sich nur ȷ einigen Fällen anscheinend Spuren einer Mitwirkung des ȷers finden. Bei den meisten Schlammvulcanen ist zugleich ȷwasser vorhanden, weswegen sie auch *Salsen* genannt ȷden, fast ohne Ausnahme ist eine aus dem Innern emporȷende Gasart, als Kohlensäure, Stickgas oder Wasserstoffȷ Ursache des emporgehobenen Schlammes, und nur in ȷelnen seltenen Fällen zeigen sich unverkennbare Spuren ȷs Zusammenhanges mit eigentlichen Feuerbergen. Zu den ȷlammvulcanen können zufällig vorkommende Auswürfe von ȷlamm gleichfalls nicht gerechnet werden, indem diese wohl ȷe Ausnahme von Wassersammlungen herrühren, die in ȷrirdischen Behältern lange abgesperrt waren und sich ȷrend dessen mit einer Menge erdiger Theile verbanden, wie J. 1771 unweit Longtown eine fast vier Wochen lang aus Erde aufsteigende Masse von Schlamm die ganze umȷende Gegend überdeckte[1]; bei den eigentlichen Schlamm-

1 S. Hausmann in Bibl. d. Reis. Th. XLIII. S. 170

vulcanen wird vielmehr ein fortdauernder, wenn glei riodisch unterbrochener, doch von einer anhaltend fortv den Ursache erzeugter Schlammauswurf erfordert. I vielen Fällen ist letzterer bloſse Folge ausströmenden und die Schlammvulcane sind daher von den Gasv nicht leicht scharf zu trennen, die Bezeichnung wird v von denjenigen Erscheinungen hergenommen, welch zugsweise hervortreten. Einige der bekanntesten Scl vulcane sind folgende.

1) Der *Macaluba* oder *Maccaluba*, nicht weit v genti, besteht im Ganzen aus einem Hügel von et Fuſs Höhe, mit einer Menge kleiner kegelförmiger, in mit nassem Schlamm erfüllter Kegel, in denen anhalte blasen aufsteigen. Der Boden ist in der Tiefe stets feu besteht aus unfruchtbarem Thon; die emporsteigende blasen heben eine Quantität der feuchten Masse mit die Höhe, und indem dieser aufgehobene Schlamm be nem Wetter erhärtet, entstehn allmälig höher anwachse gestumpfte Kegel, so bald die über den Rand überflie oder hinüber gestoſsenen Theile mehr austrocknen. Z läſst die Gasentwickelung etwas nach, zu andern Zeite muthlich in Folge vorausgegangener Verstopfungen, bedeutend groſse Mengen Schlamm mit starkem Getöse beträchtlichen Höhen emporgeschleudert, wie dieses am Sept. 1777 der Fall war. Dolomieu[1] leitet die Ersc davon ab, daſs im Berge sich eine Salzquelle befind den oberen Thon auflöst, dessen Schwefelsäure si dem Natron verbindet und Salzsäure frei macht, welche Kalk der unteren Lagen übergeht und aus diesem di lensäure entbindet, deren Aufsteigen die Erzeugu Schlammhügel zur Folge hat. Nach Breislak[2] soll d steigende Gas, wie bei vielen andern Gasvulcanen, I wasserstoffgas seyn, allein die erstere Erklärung hat we Grund für sich, wiewohl auch de Bylandt Palstei übereinstimmend mit Spallanzani kohlenstoffhaltiger serstoffgas mit Kohlensäure, in dem Wasser aber k

1 Voyages aux Isles de Lipari.
2 Institutions géol. T. III. p. 464.
3 Théorie des Volcans. T. II. p. 131.

etwas Petroleum gefunden haben will. Der ausgeworfene
ılamm enthält nach demselben die nämlichen Bestandtheile,
woraus die Lava besteht, nur zerkleinert und durch Was-
in Schlamm verwandelt. Um den eigentlichen gröfseren
caluba sind noch mehrere kleinere, auf gleiche Weise ge-
tete Hügel mit Kegeln, die *Macalubette* genannt werden
l gleichfalls mitunter heftige Explosionen zeigen. Bei *Cal-*
isetta in Sicilien befinden sich gleichfalls Schlammvulcane,
lche bei Erdbeben eine Menge Gas (man glaubt Wasser-
ffgas) ausstofsen und dadurch jene Strecken gegen Ver-
rungen durch Erdbeben schützen sollen[1].

2) In Italien giebt es mehrere Salsen von gleicher Gröfse,
die genannte, und von gleich interessanten Erscheinungen.
finden sich unter andern[2] bei *Maina* unweit Modena, bei
uola oder *Querzuola*, bei *Canossa*, drei in der Gegend
Nirano, eine, *delle Prate* genannt, bei Rocca Sta. Ma-
die *Gorgogli di Rivalta* und *Gorgogli di Torre* im Par-
anischen, die *Bergullo* im Bononischen u. a. Spallan-
t zählte bei der zu Querzuola 17 kleine Kegel von weifser
, verschieden an Gröfse und alle mit einer trichterar-
n Oeffnung, worin die halbflüssige Masse zu kochen
int und zuweilen über den Rand geworfen wird. In ei-
n wird die Masse nur etwas gehoben, in andern und in
echselnden Perioden schleudert das Gas den Schlamm bis
2, 3 und sogar 5 Fufs empor, was stets mit einem Ge-
verbunden ist. Als Spallanzani den Ort untersuchte,
e der gröfste Hügel 6 Fufs Höhe und 19,5 Fufs Umfang,
kleinste nur 2 Fufs Höhe und 4 Fufs Umfang; alle bil-
n fast einen Kreis und in der Mitte befanden sich zwei
ne Teiche, in denen das salzig schmeckende Wasser nebst
Schlamme stets zu kochen schien. Auf der Oberfläche
wammen einige durch den Geruch kenntliche Tropfen Pe-
eum. Durch anhaltenden Regen verschwinden die Kegel
das Ganze zeigt eine dünnflüssige Masse, zuweilen aber,
esondere bei trocknem Wetter, erfolgen heftige Explosio-
, die mit einem donnerähnlichen Getöse verbunden sind,

1 Revue encyclop. 1823. Sept. Bruguatelli Giorn. Dec. II. T. VII. 24.
2 Journ. de Phys. 1818. Avr. et Mai.

wobei die Kegel in die Luft fliegen. Meistens folgen rere solche Explosionen auf einander, wie z. B. 175 1772, als man das Getöse bis 8 ital. (1,6 geogr.) Meilen hörte. Die Salse von Sassuola warf 1790 einen Ka von etwa 800 Pfund Gewicht bis auf 20 Fuſs Entf Die Salse delle Prate hat nach Mésard de la Groye Kegel von 150 Schritt Umfang und 4 bis 5 Meter Spallanzani fing von dem zu Querzuola aufsteigende auf und fand, daſs es sich entzünden lasse, daher er für Wasserstoffgas hält, jedoch mit weit mehr Kohl gemengt, als dasjenige, welches die stets brennende nährt. Vermuthlich steht das hier erzeugte Wasserstoff dem Petroleum in Verbindung und es läſst sich dave Schluſs machen auf die Gasarten anderer Salsen.

3) Unter die berühmtesten Schlammvulcane gehö in der *Krim*, hauptsächlich auf der Insel Taman Kertsch, die schon von Pallas untersucht wurden, durch Engelhardt und Parrot[1]. Letztere fanden man zwei Bassins von 16 Meter Oeffnung und 2,5 Tiefe, die mit einer Masse von thonigem Schla füllt waren und aus denen alle 30 bis 40 Secund Luftblase von fast 1 Fuſs Durchmesser in die Höhe st dann platzte und auf welche eine Menge kleinere Dort ist ein Hügel, *Kuku-Obo* genannt, von 228 Fu und etwa 5400 Fuſs Umfang, auf welchem vor dem che von 1794 ein 6 Fuſs breiter und 2 bis 3 F. tie ben mit trinkbarem Wasser war, und der Boden läſst ſsen, daſs schon in älteren Zeiten dort verschiedene che statt fanden[2]. Neuerdings ist die Gegend wiede sucht worden durch Verneuil[3], welcher angiebt, daſs die Hügel sich 200 bis 300 Fuſs über den Boden erhet daſs ihre Seiten durch atmosphärisches Wasser und da überflieſsende, welches nur wenigen Schlamm enthä furcht sind. Auf der Spitze trifft man kleine Hö in denen sich stets geringe Mengen von schlammigem

1 Deren Reise in den Kaukasus.

2 Neue nordische Beiträge. Th. VII. S. 895.

3 Edinburgh New Phil. Journ. XLVII. p. 226. L'Insti Ann. N. 219.

mben, auch steigen häufige Gasblasen darin empor, und serdem zählte VERNEUIL daselbst gegen 40 Quellen, aus en Petroleum geschöpft wurde. Bei dem Ausbruche von 14 hörte man zuerst ein Brausen, dann ein Krachen, wie n Donner, und nach einigen Minuten erhob sich angeblich e Feuersäule von etwa 50 Fufs Höhe und 30 F. Durchser eine halbe Stunde lang; im Hügel entstand eine Oeffng, welche bald Koth bald Flamme ausspie, und das Zien, einem Kochen ähnlich, dauerte die ganze Nacht hinch, wobei der Schlamm zu 10 bis 12 Fufs Höhe geworward. Nach dem Kothauswurf wurde der Krater mit eisich erhärtenden Kruste überzogen, über die man gehn te. Das Land, worüber der Schlamm sich ergofs, wurde einem Hügel, dessen Gröfse man zu 100000 Kubiktoisen chlägt. Im Jahre 1807 hörten die Kosaken bei Kurgau ein se, wie von Artillerie, der Hügel war mit Rauch erfüllt l es erhob sich langsam eine Masse, wie ein Haus grofs; e Steine wurden umhergeschleudert, jedoch ohne wahrmbare Flamme. Gewöhnlich soll man drei Tage vor einem seren Ausbruche, dessen Dauer in der Regel 6 Stunden beträgt, starkes unterirdisches Getöse hören; es steigt dann eine ge nach Petroleum riechendes Gas auf, auch will man zulen einen dicken Dampf, selbst auch Flammen, gesehn n, die nach anderen jedoch nur weifslicher Dampf sind. Luft war nach ENGELHARDT und PARROT nicht entzündund enthielt daher hierzu nicht Wasserstoffgas genug. ge glauben, die ganze Erscheinung werde durch ein undisches brennendes Steinkohlenflötz erzeugt; ob aber diegegründet sey, darüber müssen wohl noch künftige nähere ersuchungen entscheiden.

4) Die Schlammvulcane von *Baku*[1] hängen wohl ohne eifel mit den dortigen Gasvulcanen zusammen, wovon spädie Rede seyn wird. Der Hügel am Ausflufs des Kur, welchem sich die Schlammkegel befinden, soll eine e von 420 Fufs gehabt haben, die Thonkegel selbst sind Fufs hoch; inzwischen ist der Gipfel des Hügels eingezt und seine Höhe beträgt jetzt nur noch 100 Fufs bei

1 Leipziger Lit.-Zeit. 1819. St. 8. KÄMPFER Amoen. exot. §. 10. ler Samml. Russ. Gesch. Th. VII. S. 337.

900 Fuſs Meereshöhe. Das ausströmende Gas läſst sic LENZ[1] entzünden.

5) DAUXION-LAVAYSSÉ[2] beschreibt genau die zw nen Schlammvulcane, die er auf der Insel *Trinidad* b tete. Auf einem Hügel von Thon befinden sich einig ein bis zwei Fuſs hoch, oben offen und stets Schw serstoffgas ausstoſsend, in der Mitte aber ist ein gröſse etwa 5 Fuſs Höhe. Man hört ein anhaltendes Sprude von siedendem Wasser, aber dennoch ist das nach schmeckende Wasser in den Kegeln, so wie das mende Gas kalt. Es wurde eine 80 Fuſs lange Stang Oeffnung des einen Kegels gesteckt, um die Besch des Innern damit zu erforschen, allein diese versank ohne den Grund zu erreichen. Der zweite kleine nicht weit hiervon entfernt, hatte 15 Fuſs Höhe Fuſs Umfang; in seiner Mitte befand sich eine Grube bewegtem alaunhaltigem Wasser, in welchem eine ei Stange gleichfalls versank. Man hört auch hier ein sches Getöse und fühlt das Beben des Bodens, ja zuweilen starke Explosionen statt finden.

6) Auf Java ist ein Schlammvulcan bei *Kuhoo*, sen Wasser das Salz durch die Sonnenstrahlen krystal dann von den Bewohnern benutzt wird. Die ganz der Salsen hat ungefähr zwei engl. Meilen im Umfa der Mitte sieht man dicke Haufen Salzthon, halbku und 10 bis 18 Fuſs hoch, die zuweilen platzen u dicken weiſslichen Dampf ausstoſsen. Bei den zwei erfolgte dieses etwa achtmal in einer Minute, und da den jedesmal gegen 60 Centner Schlamm ausgestoſse mit Getöse wieder herabfielen und einen Geruch nacl felleber ausstieſsen. Die an der Sonne erhärtete C gestattet über sie hinzugehn, was jedoch mit Vor schehn muſs, um nicht einzusinken. Obgleich der bis 20 Fuſs hoch emporgeschleuderte Schlamm des nach kalt ist, so versichern doch die Anwohner, d Tiefe eine gröſsere Wärme vorhanden sey[3].

---

1 V. HUMBOLDT Fragmente. S. 84.

2 Voyage aux Isles de Trinité. T. I. p. 4. Vergl. F Edinburgh Philos. Trans. 1816. N. 17.

3 Biblioth. univ. 1817. Juillet.

7) Auf *Barbados* befindet sich eine Salse, deren Oeff-
ng in der nassen Jahreszeit voll Wasser ist, welches dann
s sprudelt, bei anhaltender Trockenheit aber verschwindet
Wasser, allein die Ausströmung des Gases dauert fort,
man daraus sieht, dafs in die Oeffnung gegossenes Was-
sofort zu sprudeln beginnt. Das Gas ist kalt, brennt aber
einem darüber gehaltenen Lichte und mufs daher wasser-
ffhaltig seyn[1].

8) Bei *Turbaco*, einem kleinen Orte unweit Carthagena,
obachtete v. Humboldt gleichfalls einen hierdurch bekannt
wordenen Schlammvulcan. Dort erheben sich etwa 18 oder
kleine kegelförmige Hügel zu einer Höhe von 21 bis 24
s und bestehn aus schwärzlich grauem Thone mit Ver-
ungen auf ihren Gipfeln, worin sich Wasser befindet. In
Nähe hört man ein dumpfes, aber starkes Getöse, wel-
s den stärkeren Gasentleerungen 15 bis 18 Secunden vor-
geht. Das Gas ist reines Stickgas, die Kraft aber, womit
hervordringt, deutet auf einen sehr starken Druck[2].

Die hier namhaft gemachten und die ihnen ähnlichen
lammvulcane beruhn nach überwiegenden Wahrscheinlich-
sgründen keineswegs auf den Wirkungen eines unter-
schen Feuers, sondern ohne Zweifel auf chemischen Pro-
sen, und bestehn in einigen Fällen blofs aus Exhalationen
nd einer Gasart, die aus einem anhaltend feuchten Boden
steigt und somit die erwähnten Thonkegel bildet. Die
Java und bei Baku, erstere weniger als letztere, machen
von vielleicht eine Ausnahme, weil jene Gegenden un-
kennbare Spuren früherer oder noch jetziger Vulcaneität
gen. Sofern aber die aufsteigenden Gasarten die eigentliche
sache derselben sind, wobei dann der Auswurf des Schlam-
s durch die Anwesenheit des Salzwassers und Thones be-
gt würde, fällt ihre Erklärung mit derjenigen zusammen,
lche für die eigentlichen Gasvulcane aufgestellt worden ist,
für auch noch der Umstand spricht, dafs sich in ihrer Nähe
ichfalls häufig Erdöl findet[3]. Ganz anders verhält es sich

1 Waller's Reise nach Indien. Deutsche Ueb.
2 Journ. de Phys. 1818. Juin. Ann. of Philos. T. V. p. 73. Vergl.
tt. gel. Anz. 1813. S. 982.
3 Vergl. Breislak Instit. géol. T. III. p. 153.

ge Höhlen dieser Art, die hauptsächlich kohlensaures und -efligsaures Gas liefern und durch ihre erstickende Eigen- :t berühmt geworden sind, wurden bereits oben[1] nam- gemacht; es giebt deren aber noch mehrere, wo nicht len, doch Plätze, die auf gleiche Weise die Aufmerksam- der Naturforscher rege gemacht haben. Als vorzüglich ecklich darf das erst neuerdings durch A. Loudon[2] nä- untersuchte *Todesthal* (*Guwo Upas*, *Gifthal*), etwa 3 . Meilen von Balor auf Java, genannt werden. Der Zu- war, der Beschreibung nach, beschwerlich, und bei der äherung empfand man in einer Entfernung von einigen Schrit- einen erstickenden Geruch, welcher dicht am Rande des Thales er verschwand. Das längliche Thal, etwa eine halbe le im Umfange haltend, 30 bis 35 Fuſs tief, völlig eben, alle Vegetation des Bodens, auf welchem anscheinend ge groſse Fluſssteine lagen, war überall mit Skeletten von schen, Tigern, Wildpret und Vögeln aller Art bedeckt. er aus harter, sandiger Substanz bestehenden Fläche sah nirgends Risse oder Spalten, die Ränder aber waren mit ten und Gesträuchen bewachsen. Ein hinabgelassener l fiel nach 14 Secunden auf den Rücken, lag unbeweg- athmete aber noch 18 Minuten, ein anderer fiel schon 10 Secunden bewegungslos nieder und athmete nur noch inuten, und ein dritter starb, ehe er den Boden erreicht. . Die Knochen eines Menschen, welcher am Rande um- mmen war, erschienen so weiſs, wie Elbenbein gebleicht, es ist wahrscheinlich, daſs Verbrecher oder Verirrte hier Tod fanden, da bei zu groſser Annäherung plötzlich Be- ang eintritt, die das Zurückkehren unmöglich macht. Ein ch nach Schwefel, wie bei der Hundsgrotte unweit Nea- ist hier nicht zu bemerken, ungeachtet noch thätige Vul- in der Nähe sind.

Ausströmungen von kohlensaurem Gas, *Mofetten*, giebt viele in der Nähe sowohl thätiger als auch erloschener cane, wie vorzugsweise G. Bischof[3] durch ausführliche

---

1 S. Art. *Höhlen*. Bd. V. S. 421.

2 Edinburgh New Philos. Journ. N. XXIII. p. 102.

3 Die Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers u. s. w. S. ff.

und gründliche Untersuchungen gezeigt hat. Häufig i selbe an Wasser gebunden und giebt dann den sog *Säuerlingen* den Ursprung, nicht selten strömt dassel frei aus der Erde, und zwar in ausnehmend großer Am Vesuv zeigen sich die Ausströmungen meistens e chen lang nach den Ausbrüchen, ja im J. 1822 gesch ses erst 40 Tage nachher; sie dauern dann einige T mehrere Monate und sollen Exhalationen der in Spal Klüfte eindringenden und daselbst erkaltenden La weswegen ihre Menge bei der Annäherung zum Krat zunimmt. Aufser diesen vorübergehenden Ausströmun Kohlensäure giebt es auch perennirende (ohne die S mit zu zählen) in allen Gegenden der Erde, wo Spuren früherer oder noch dauernder vulcanischer T vorhanden sind, als namentlich die durch Boussingа America nicht weit vom Aequator gefundenen, in vergne, wo Fournet[2] in der Nachbarschaft von P eine Menge ausströmende heifse Kohlensäure entde Rhein in der Gegend des Laacher Sees, welche durch G. Bischof untersucht wurden. Dort kommt im Wasser blofs am Rande vor, wo die Tiefe nur etli beträgt, desto reichlicher aber findet es sich in der U Am stärksten zeigt sich die Entwickelung im Kessel Wehr, dem wahrscheinlichen Mittelpuncte des eh Kraters. Eine einzige Gasquelle im Brohlthale liefe 5000 rhein. Kubikfufs Gas in 24 Stunden, und da gesammte Production jener Gegend füglich tausendmal schätzen kann, so beträgt dieses 5 Millionen Kubik 600000 Pfund Kohlensäure täglich[3]. Wegen der for den Entwickelung dieser Mofetten kann ihre Ursache seyn, welche sie bei den Vulcanen erzeugt, auch sich nicht in einem Verbrennen kohlenstoffhaltiger Su suchen, welches sonst zugleich eine Menge Stickgas müfste, und Bischof leitet daher ihren Ursprung von dung des Basaltes und sonstiger vulcanischer Producte aus saurem Kalke, Natron und Magnesia her, als welche St

1 Ann. de Chim. et Phys. 1833. Janv.
2 Edinburgh Philos. Journ. N. XVIII. p. 377.
3 Schweigger's Journ. T. LVI. p. 147.

nen Felsarten in bedeutender Menge finden. Dabei müſste angenommen werden, daſs die Erzeugung jener vulcani- Gebilde durch den Einfluſs der dauernden inneren Erd- e bewirkt würde, die erzeugte Kohlensäure aber sich Risse und Spalten nach der Oberfläche der Erde be- [1]. Unter Gasvulcanen versteht man zunächst diejenigen , an denen Wasserstoffgas aus der Erde aufsteigt, welches entzünden läſst und dann eine längere oder kürzere Zeit, ilen ohne Unterbrechung, stets fortbrennt. Auf diese lichen, etwa 5 Fuſs hohen, hüpfenden Flammen, wie sie in Italien zeigen, hat vorzugsweise Spallanzani[2] zu- aufmerksam gemacht, nachher aber sind ebendiese durch ard de la Groye[3] ausführlich beschrieben worden.

1) In Italien sind solche bei *Pietra Mala*[4], wo vier mit r gröſseren und vielen kleineren Flammen brennende Stel- gefunden werden, die das Feuer *del Legno*, *dell' Acqua a*, *del Peglio* und *de Canida* heiſsen. Das erste ist das ste, liegt dem Wirthshause an der Landstraſse am näch- und wird daher am meisten von Reisenden besucht. einer Fläche von 12 Fuſs Durchmesser erscheinen meh- Flammen, deren eine hell, rein und ohne Rauch aus r kleinen Oeffnung in der Erde aufsteigt. Bei Nacht er- int sie blaſsgelb, fast weiſs, erreicht etwa 5 Fuſs Höhe, 3 Fuſs Durchmesser und theilt sich zitternd oben tulpen- in viele Blätter. Andere Flammen in ihrer Nähe erhe- sich kaum zu einem Fuſs oder zu 2 bis 3 Zoll, sind und erscheinen bloſs, wenn sie gröſser sind, oben etwas ich. Erweitert man die Oeffnungen mit einem Stabe oder

Wegen des weiteren Verfolgs dieser Untersuchungen von Bi- , wonach er die Anwesenheit von tropfbar-flüssiger Kohlensäure nern der Erde annimmt und in ihrer Elasticität bei einwirken- öherer Temperatur ein Mittel zur Hebung der Laven findet, ver- ich auf das Werk selbst.

Voyages aux deux Siciles. T. V. Von der Porretta Nova als ender Quelle ist schon in Comment. Bonon. T. I. p. 119. die

Journ. de Physique. T. LXXV. p. 236. T. LXXVI. p. 254. findet man die frühere Literatur.

Odeleben Beiträge zur Kenntniſs von Italien. Th. I. S. 130. I. G. LII. 445.

ten. Die Hitze der Flamme ist beträchtlic
hin, um Steine zu verglasen; das Gas is
Wasserstoffgas mit etwas Petroleumdampf,
ruch und die Farbe der Flamme angezeigt
Buia ist ein kleiner Teich, von höchstens
ser, mit kaltem, klarem, aber brakisch schm
aus welchem stets Gasblasen aufsteigen,
nach Kohlenwasserstoffgas verbreiten. Da
steigende Gas entzündet sich leicht, bren
ständig.

Die Feuer von *Barigazzo* werden sch
wähnt; sie nehmen einen Raum von 15
Fufs Breite ein und brennen in drei Grupp
Fufs hoch. SPALLANZANI liefs sie insge
grub dann eine Vertiefung und erhielt in
Fufs hohe und 5 Fufs dicke Flamme, welc
weisung eine Zeit lang zum Kalkbrennen b
der Umgebung, z.B. zu Orto dell' Inferno, b
und Serra de' Grilli, sind gleichfalls solche
Orte nur kleine, die höchstens einen Fufs
erst brennen, wenn man sie anzündet, obgl
aufsteigt. Aehnliche Feuer bei Velleja am
schrieb VOLTA zuerst im J. 1784 als seh
waltsam.

2) In Frankreich findet man neben der
Barthelemy die sogenannte brennende Quell
Sie liegt nicht weit von Grenoble und hat il

3) In Grofsbritannien finde ich keine Gasvulcane angege-, obgleich in den Kohlenminen eine Menge des entzünd-en Gases frei wird. Inzwischen erzählt THOMSON[1], dafs st bei Bidlay unweit Glasgow an den Ufern eines kleinen sses eine bedeutende Menge Gas ausströmte, welches ein hter in Röhren auffing, anzündete und 5 Wochen lang Brennmaterial benutzte.

4) Ungarn hat mehrere stets brennende Feuer, unter de-ı der *Zugo* bei Klein-Saros am bekanntesten ist[2]. Aufser-a strömt in der Salzgrube bei Szalatina aus einer Spalte in er Lettenschicht seit dem 13ten März 1826 stets Leucht- (kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas), welches sich zufällig zündete, nachher aber in Röhren fortgeleitet und zur Er-chtung der Grube benutzt wurde[3].

5) In Lycien bei Phaselis soll schon seit 2000 Jahren Bergfeuer *Yamar* in einer Felsenspalte brennen[4]; bei der ngelhaftigkeit der Nachrichten ist jedoch schwer zu ent-eiden, ob der Ort ein eigentlicher Gasvulcan oder ein noch ınender wirklicher Vulcan sey.

6) Die bedeutendsten, seit den ältesten Zeiten bekannten, vielen Reisenden besuchten und beschriebenen Gasvulcane die stets brennenden Feuer auf der Insel Absheron oder heron, 15 Werst von Baku am kaspischen Meere, von den geborenen *Ateschgah* (Feuerstätte) genannt. Das brennbare ist dort so reichhaltig vorhanden, dafs es aus jedem in Erde gemachten Loche hervorquillt, sich an einem ge-erten Lichte entzündet und nicht eher erlischt, als bis die Oeffnung mit etwas Erde bedeckt. Insbesondere ha-FORSTER und REINEGGS über die dortige Gegend inter-nte Nachrichten mitgetheilt. Die das eigenthümliche Phäno-ı zeigende Strecke beträgt ungefähr zwei französ. Quadrat-

---

1 Edinburgh Journ. of Sc. N. Ser. N. I. p. 67. Einige werden ähnt in Phil. Trans. N. XXVI. p. 482. N. CCCXXXIV. p. 475., neueren Schriftstellern finde ich jedoch keine weitere Nachricht on.

2 V. JACQUIN in G. XXXVII. 1.

3 Poggendorff's Ann. VII. 133.

4 BEAUFORT's Caramania. Lond. 1837. p. 44. Von einer bren-den Quelle des dodonäischen Jupiters redet Plinius H. N. II. 103.

meilen und liegt etwa drei Meilen vom Meere entfernt. Gas steigt am häufigsten aus einem dürren, steinigen von Muschelkalk auf, wo ehemals ein altes Gebäude indischen Priestern und noch andern Feueranbetern und der Tradition nach sollen jene Feuer schon mehrere send Jahre gebrannt haben. Der Tempel war gewölbt wenn man den Rissen in der Mauer ein Licht näher entzündete sich eine Flamme, die sich anderen Risse theilte, aber alle liefsen sich leicht ausblasen. Im Bod fanden sich Gruben, über denen gekocht wurde. Zu Ende stecken die Bewohner ein Rohr in die Erde, ent das ausströmende Gas mit einem Lichte, und es brenn so lange, bis es mit einem eigenen Deckel ausgelöscht Die Flamme läfst sich auch zum Kalkbrennen benutzen Quantität des hier ausströmenden Gases ist gröfser, als gend einem andern Orte, und die Feueranbeter Asie trachten dieses Feuer als ein heiliges, weswegen viele fahrten dahin angestellt und Schläuche, mit dem ausstr den Gase angefüllt, in entfernte Gegenden gebracht v Dennoch hatte man stets keine genauere Kenntnifs sein schaffenheit. Volta hielt es für Sumpfluft, Spalla für Wasserstoffgas oder eigentlicher Kohlenstoff-Wass gas, welches nach Breislak aus Petroleum entsteht eine Ansicht, die auch Ménard de la Groye theilt. hat dem Mangel unserer Kenntnifs dieses Erzeugnisses holfen, indem er eine genügende Menge des Gases in verwahrten Flaschen nach Petersburg sandte[2], wo d durch Hess analysirt wurde[3]. Letzterer fand, dafs es lenwasserstoffgas mit einem kleinen Zusatze von N sey, welches aus 77,5 Kohlenstoff und 22,5 Wassersto steht. Betrüge der Wasserstoff 24,6 in 100, so würde die Formel CH^4 passen; der Unterschied soll auf de wesenheit von etwas Kohlensäure beruhn. Die Temp des ausströmenden Gases, da wo es nicht stets brennt, Lenz der mittleren des Bodens ungefähr gleich, nämlich

1 Lenz fand daselbst etwa 20 feueranbetende Hindu. S. v. Humboldt Fragmente. S. 81. Vergl. Poggendorff's Ann. XXIII. 297

2 Mounsey in Philos. Trans. XXV. p. 296.

3 Edinburgh New Phil. Journ. N. XLVII. p. 227.

Die Gegend von Baku ist bekanntlich sehr reich an Pe-
num und zeigt sichtbare Spuren früherer und anscheinend
h fortdauernder Vulcaneität, wenn auch letztere gegenwär-
darauf beschränkt ist, dafs durch die unterirdische Hitze
oleum zerlegt wird. Aus der starken Gasentwickelung
en sich dann auch die nicht selten in jenen Gegenden sich
enden vulcanartigen Explosionen erklären. So erhob sich
er andern am 27sten November 1827 etwa 14 Werste von
u beim Dorfe Jakmali ein Feuer, welches sich unter lau-
Donner entzündete und erst sehr hoch, dann niedrig
nnte, bis es nach 24 Stunden erlosch. Die Flamme dieses
es soll heller, als die beim Götzentempel, und das Gas
st geruchlos gewesen seyn[1], welche beide Angaben jedoch
r sich nicht gut übereinstimmen.

7) Aehnliche Gasvulcane findet man in Kurdistan bei
la, auch zu Chittagong in Bengalen und an andern Or-
les asiatischen Hochlandes. Auch auf Sumatra soll ein
brennender Berg mit vielem Petroleum seyn und die
esenheit des letzteren erlaubt auf einen dortigen Gasvul-
zu schliefsen.

8) Im Dorfe Fredonia im Staate Newyork, etwa 40 engl.
en von Buffalo und nur zwei vom See Erie, gewahrte man
Abbrechen einer Mühle mehrere aus dem Wasser des
es Canadaway aufsteigende Gasblasen und fand, dafs sie
entzünden liefsen. Es wurde darauf ein Loch in den
en gebohrt, aus welchem wirklich ein übel riechendes
aufstieg, welches man in einem Gasometer auffing und
Erleuchtung des Dorfes mit mehr als hundert Flammen
tzte, die etwas minder hell brennen, als die künstlichen
chter. In einiger Entfernung vom Dorfe steigt in dem
ichen Flusse noch eine vielleicht viermal so grofse Quan-
auf[2].

Dafs das erwähnte eigenthümliche brennbare Gas an vie-
Orten der Erde erzeugt werde, obgleich es nicht als Gas-

1 Carlsruher Zeitung 1828. N. 59. Ann. de Chim. et Phys. T. XIX. p. 425.

2 Edinburgh New Philos. Journ. N. XVII. p. 185. Vergl. VIII. 04.

[illegible]

Als der Graf PORCIA zu Gajarine im Districte von ...no artesische Brunnen bohren liefs, strömte aus dem ...ie eine Menge Gas, welches angezündet wurde und Stunden anhaltend mit einer starken Flamme brannte[2]. ...n der Saline zu Rheina in der Grafschaft Teklenburg Quelle, der sogenannte *Windbrunnen*, aus welchem ...tzündliches Gas strömt. Seit mehr als zwanzig Jahren ...selbe durch zweckmäfsige Vorrichtungen des Salinen-...rs RATERS zum Erleuchten und zum Heizen gebraucht, ...s mit einer hellen weifsen Flamme brennt. Sein spec. ...t wird =0,66 angegeben, und es soll mit etwas Kohlen-...nd etwas Schwefelwasserstoffgas verunreinigt seyn[3]. Dafs ...r Sorte Steinsalz entzündliches Gas eingeschlossen ent-...sey, welches durch Auflösung desselben im Wasser ...cht, ist eine interessante neuere Entdeckung; übrigens Ursprung des in so ungeheurer Menge aus der Erde ...genden Wasserstoffgases ohne Zweifel in der Zersetzung Wassers oder noch wahrscheinlicher des Petroleums zu ...

...ngleich räthselhafter, als diese Feuer, sind diejenigen, verschiedenen Gegenden zu gewissen Zeiten zum Vor-kommen und blofs leuchten, ohne zu brennen[4]. ...ges erzählt von diesen, wie sie in der Gegend von ...zuweilen beobachtet werden, Folgendes. Nach warmen ...tregen, bei schwüler Luft, stehn zuweilen die Felder der ...gend in vollen Flammen. Zuweilen scheint es, als rolle ...euer in grofsen Massen vom Berge herab, zu andern

---

[1] Aus Silliman's Amer. Journ. T. X. p. 5. in Edinburgh Journ. ... N. IX. p. 189.

[2] Aus Osservatore Triestino 1833. Jun. 8. in Baumgartner's Zeit-...ft. Th. II. S. 234.

[3] Edinburgh New Phil. Journ. N. VIII. p. 402. Poggendorff's ... VII. 132.

[4] Ich erinnere mich gelesen zu haben, dafs in Ungarn zuweilen, ...entlich in Viehställen, Flammen aus der Erde kommen, die dem ...h grofsen Schrecken verursachen, aber nicht zünden. Auf gleiche ...ise erzählte LAMBERT dem GEOFFROY ST. HILAIRE, dafs einst auf ...m Schlosse Marolles bei Coulommiers eine bei Tage sichtbare, hell-...ndende Flamme aus der Erde kam, einen ganzen Stall erfüllte ...l grofsen Schrecken, aber keinen Schaden anrichtete. S. Froriep ...tizen. Th. XXXI. S. 265.

Zeiten verläfst es seine Stelle nicht. Dasselbe zündet n
man empfindet darin keine Wärme, trocknes Gras und S
werden nicht verbrannt, und doch sieht man das Feuer
lich, blofs durch einen bläulichen Schein unterschieden.
trocknem Ostwinde kennt man das Phänomen nicht,
dunkelwarmen Nächten dagegen ist es am stärksten i
Ebenen und die Berge ragen dann dunkel über dasselb
por. Die Thiere der Caravanen erschrecken heftig vor
selben, es dauert aber blofs bis in die vierte Stund
Nacht. In hellen Nächten, z. B. im October bei Mond
verschwindet das Feuer in der Ebene, erleuchtet al
Bergspitzen des Kaukasus im Osten, wenn man dies
Schirwan aus, westlich von Baku, erblickt, und am n
steht der Berg *Sughduku* (Berg des Paradieses) in
prachtvollen Feuer, wovon man in der Ebene nichts
In Ungarn sollen diese Feuer sich zuweilen zeigen, au
det v. HUMBOLDT[1] von solchen Feuern in Cumana, v
hauptsächlich des Nachts sichtbar, sich aus der Erde zu
ben scheinen, aber selbst das dürre Gras nicht entz
Hierhin gehört ohne Zweifel auch die Erscheinung, wel
K. K. Gärtner CARL RITTER auf dem Rücken eines
Kalkgebirges im Norden der Stadt Gonaïres auf Hayti
achtete und auf folgende Weise beschreibt[2]. Am 16t
bruar 1821 gegen 3 Uhr Nachmittags erblickte er a
Kamme dieses etwa 800 Fufs hohen Gebirges ein R
und Dampfen, welches sich anfangs an etwa 10 abges
ten Stellen zeigte und gerade in die Luft ging. In d
genden heiteren und mondlosen Nacht wurde dieses
spiel majestätisch, denn es erschienen mehrere Feuer v
Gröfse einer Lichtflamme bis zu 6 Fufs Höhe, welc
auf der Erde hinliefen, bald abwechselnd verlöschten u
wieder entzündeten. Die Farbe der Flamme war g
roth und röthlich und die Erscheinung blieb sich w
der ganzen Beobachtungszeit bis 3 Uhr Morgens stets
Die Neger berichteten, dafs diese Feuer manche Jahr
doch nur einmal und zwar in der trockensten Jahreszei
sehn würden. Nach ihrer Meinung bewirke die dama

1 Reisen. Deutsche Ueb Th. I. S. 484.
2 Wiener Zeitschrift. Th. VII. S. 233.

nde Dürre ein Verbrennen der während der Regenperiode achsenen Pflanzen. Den Ort dieses Phänomens genauer untersuchen wurde dadurch gehindert, dafs RITTER keine gnete Stelle finden konnte, um bei den steilen Abhän- des Berges auf seine Spitze zu gelangen. Die Hypothese, ach man diese Flammen von entwickeltem phosphorhalti- Wasserstoffgas ableitet, ist zwar plausibel, aber nicht über Einwendungen erhaben.

An diese Erscheinungen schliefst sich eine andere an, die wohl ohne Zweifel zu einer verschiedenen Classe gehört, ich die des brennenden Berges oder Hügels im Gebiete Mursatarskischen Baschkiren, welcher im Jahre 1767 vom e getroffen sich entzündete und noch brannte, als PAL- im J. 1770 ihn beobachtete. Ohne eigentliche vulcani- Ausbrüche raucht und dampft der Berg stets, der Schnee ilzt auf seiner Spitze sogleich weg, die heifse aus dem- en aufsteigende Luft riecht nicht nach Schwefel, und wenn die Ursache in verbrennenden Steinkohlen liegt, wie dar- wahrscheinlich wird, dafs das Feuer stets tiefer hinabdringt, müssen diese keinen Schwefel enthalten, oder es verbrennt nur Petroleum oder irgend ein anderer, keinen Schwefel altender Brennstoff[1]. Auf jeden Fall gleicht dieser Ort Beschreibung nach vollkommen denen, wo sich erweis- unterirdische brennende Kohlenflötze befinden, deren hier ge genannt werden mögen, weil man diese Phänomene fig zur Erklärung der vulcanischen zu benutzen suchte, zu sie aber nicht geeignet sind, weil schon an sich die rderlichen grofsen Lager brennbarer Stoffe nicht in solche fen gesetzt werden können, wo sich die vulcanischen rde befinden, und aufserdem auch beide Phänomene sehr einander verschieden sind. Steinkohlen- oder Braunkoh- flötze brennen anhaltend, ruhig und sehr gleichmäfsig, ohne iodischen Wechsel von Ruhe und Thätigkeit, und man t nur die Folgen einer höheren Bodentemperatur dieser llen, so wie aufsteigenden Rauch mit Dampf, aus welchem meistens Stoffe niederschlagen, die, nach örtlichen Bedin- gen verschieden, in einigen Fällen der Untersuchung sehr

1 Journ. de Phys. T. XXII. Breislak Instit. Geol. T. III. p.

werth sind. Letzteres ist namentlich der Fall bei den bekannten brennenden Steinkohlenflötze unweit Dutweiler im Saarbrück'schen, welches nach Habel's Berichte[1] ungefähr um 1660 durch die Unvorsichtigkeit eines Hirten in Brand gerieth und bis diesen Augenblick fortwährend gebrannt hat. Aehnliche *Erdbrände*, wie man sie gleichfalls nennt, hielt man bei Creusot in Frankreich, wo Breislak einen Steinkohlengang seit mehreren Jahren ruhig brennen sah, zu la Galère am Ausfluſs der Rhone, wo nach Patrin das Feuer jährlich eine Menge Kohlen verzehrt; zu New-Sandie in England wurde noch kürzlich aus der Hitze der Oberfläche auf den unterirdischen Brand einer Steinkohlenlage geschlossen[2]; ein Braunkohlenflötz zu Epterode am Habichtswalde in Kurhessen brennt seit fast zwei Jahrhunderten; der Brand im Zwickauer Schwarzkohlengebirge soll schon im J. 1641 entstanden seyn, als der General Borry jene Stadt besetzte und man absichtlich Feuer in die Minen warf[3]. In Böhmen finden sich mehrere solche Orte, namentlich zu Milsau[4], am auffallendsten ist aber die brennende Steinkohlenmine zu Fo-camari bei St. Etienne in der Dauphiné, von welcher als solcher schon in Nachrichten aus dem 14ten Jahrhundert gemeldet wird[5], und häufig findet man solche Erdbrände in Russland, namentlich bei Reval[6], am Flusse Jurjusen im Ufaschen[7], im Schiefer am Flusse Tom, in Tschumüsch unweit Tomsk und in der Nähe des Flusses Sswäga[8]. Es würde nicht schwer fallen, noch mehrere Orte namhaft zu machen, wenn es der Mühe werth wäre, sie aufzusuchen[9].

---

1 Lichtenberg's Magaz. Th. I. S. 127.

2 Edinburgh Journ. of Sc. New Ser. N. VI. p. 364.

3 V. Gutbier Beschreibung des Zwickauer Schwarzkohlengebirges. Zwickau 1834. S. 81.

4 Reuss Lehrbuch der Mineralogie. Th. III. S. 486.

5 Bondaroy in Mém. de l'Acad. 1765. p. 389.

6 G. XXVII. 342.

7 Auswahl der Abhandl. der Petersb. ökonom. Gesellschaft. Th. III. S. 330.

8 Allgem. Nord. Annalen. Th. II. S. 460.

9 Vergl. Stifft über die Entzündung der Braunkohlenflötze des Westerwaldes in v. Leonhard Taschenbuch. Th. XVII. S. 475.

C. Heifse Quellen.

Dafs die an vielen Orten der Erde zum Vorschein kom-den *Thermen* ihre höhere Temperatur der inneren Erd-ne verdanken, ist in neueren Zeiten hauptsächlich durch Bischof[1] wohl aufser Zweifel gesetzt worden. Merkwürdig in dieser Beziehung, was Forbes[2] über die heifsen Quel-in den Pyrenäen berichtet, indem er nach Camperdon hrt, dafs namentlich die *Source de la Reine* zu Bagnères Luchon bis 1755 kalt war, nach dem Erdbeben zu Lissa-aber eine Wärme von 51° C. zeigte, und dafs nach rdner sich ähnliche Resultate auch an andern Orten er-n haben[3]. Heifse Quellen kommen vorzugsweise aus ebirgen da, wo diese an andere Felsarten grenzen. Von em Gegenstande im Allgemeinen kann hier aber die Rede t seyn, sondern die Untersuchungen beziehen sich nur diejenigen heifsen Quellen, die erweislich ein Erzeugnifs n thätiger Vulcane sind.

Vor allen andern Gegenden ist Island reich an solchen llen, die auch von vielen Reisenden beobachtet und beschrie-worden sind, namentlich durch Stanley[4] und Andere. Eine se Menge derselben befindet sich nach Henderson[5] an Grenze der sogenannten Wüste, an der Stelle, die *Hwe-vellir* oder Ebene der heifsen Quellen genannt wird. Der

---

1 Die Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers u. s. w. Leipzig 7. a. a. O., wo auch die Literatur gefunden wird. Vergl. Art. *llen*, Bd. VII. S. 1075.

2 Philos. Trans. 1836. P. II. p. 595.

3 Die kalten Säuerlinge haben nach der oben angegebenen Theo-gleichfalls innigen Zusammenhang mit erloschenen oder noch bren-den Vulcanen, und so ist es dann natürlich, dafs deren nicht wenige Island gefunden werden. Mackenzie Reise durch die Ins. Island. tsche Ueb. Weim. 1815. S. 492. nennt als von ihm auf dieser In-untersuchte kalte mineralische Quellen die zu Stadarhaun, eine haltige kohlensaure, die Oelkilda oder Albrunnen, eine kohlen-re, die bei Raudimels, die zu Lysiehuls, welche Kohlensäure, lens. Kalk, Soda und Kochsalz enthält, die zu Buderstad, unge-r die nämlichen Bestandtheile und noch etwas Thonerde enthal-d, u. s. w.

4 Bibl. Britann. T. IV. p. 248. 330.

5 Island. T. II. p. 213.

District war ursprünglich ein Morast, die Oberfläche hat sich aber durch stete Anhäufung des Sinters aus den Quellen erhärtet. An einer Stelle sind neben einander acht Quellen mit stets siedendem Wasser, welches jedoch nicht in die Höhe springt; an einer andern sind solche, die zuweilen fontainenartig springen, bei allen aber findet man die mannigfaltigsten Inkrustirungen. Am merkwürdigsten ist der *Auschrclin* oder brüllende Berg, welcher um so mehr Erwähnung verdient, als nur wenige Reisende diesen District besucht haben. Auf einer etwa 4 Fuſs betragenden Erhöhung von erhärtetem Bolus strömt aus einer Oeffnung stets Dampf mit einem Getöse, welches dem eines groſsen Wasserfalls gleich kommt. Hineingeworfene Steine werden hoch emporgeschleudert, und das Toben vermehrt sich, wenn man eine Stange hineinbringt. Von einer benachbarten Höhe gewahrt man eine merkwürdige Regelmäſsigkeit der Explosionen. Der brüllende Berg giebt gleichsam das Signal, dann folgen schnell die gröſseren Quellen und sogleich die kleineren, indem aus allen dicke Dampfwolken aufsteigen und die Fontainen abwechselnd springen. Hat dieses etwa 5 Minuten gedauert, so tritt ein plötzlicher Stillstand von etwa 2 Minuten ein, und dann beginnt das Schauspiel aufs Neue. Mackenzie[1] sah im Thale Reikholt einen Hügel mit etwa 16 heiſsen Quellen, alle kochend und das Wasser emportreibend. Zwei derselben wechselten regelmäſsig, indem die eine anfing, wenn die andere aufgehört hatte, jene sprang etwa 4½ Minuten lang, diese 3 Minuten, beide bis zur Höhe von 12 bis 15 Fuſs, ohne daſs sich ein Grund dieser Regelmaſsigkeit auffinden lieſs. Henderson erwähnt diese Quellen gleichfalls mit dem Zusatze, daſs man sie zu einem Bade, dem bekannten *Snorro-Laug* (Snorro-Bad), benutzt habe.

Die bedeutendste Fontaine siedend heiſsen Wassers, die es überhaupt und auch auf Island giebt, ist der *Geiser* oder sind die Geiser, denn es giebt mehrere an derselben Stelle, und auſserdem werden auch andere Springbrunnen mit diesem Namen belegt. Von ihnen redet schon Saxo Grammaticus in seiner Vorrede zur Geschichte Dänemarks, er

1 Reise durch die Insel Island. Deutsche Ueb. Weimar [illegible] S. [illegible]

KENZIE[1] sucht das Schauspiel, welches sie darbieten, zu nnlichen, obgleich er versichert, dasselbe sey so grofs-, dafs es sich weder beschreiben noch zeichnen lasse. esondere erwähnt er die interessanten, so schnell erfolgen Uebersinterungen, indem selbst zum Theil noch grüne Pflanzen theilweise in Stein verwandelt worden sind. Die peratur der isländischen, heifsen Quellen ist in der Regel t unter 87° C., der Geiser und Strockr aber haben Siede-, und übersteigen diese noch, wenn der Wasserdruck es fst. Die bedeutendsten heifsen Quellen befinden sich bei holt unweit Haukadal, zwei Tagereisen vom Hecla, wo umgebenden Eisberge bis in die Wolken reichen. Unter 50 Quellen daselbst ist der eigentliche *Geiser* die stärk-Sie springt aus einer mit vielen Stalaktiten erfüllten kreisden Röhre in einem Bassin, dessen Massen verschieden anebeo werden. Nach HENDERSON[2] ist die Röhre 79 engl. tief, hat 8 bis 10 F. im Durchmesser und ist nach oben eitert, die Durchmesser des Bassins aber betragen 46 und Fufs. JOHN BARROW[3], welcher die Gegend im J. 1834 uchte, giebt die Dimensionen anders an. Hiernach sind Durchmesser des Bassins 65 und 52 engl. Fufs bei einer fsten Tiefe von 4 F., die der Oeffnung aber 18,25 und 16 fs, doch verengert sich die Röhre nahe unter der Mündung zu 10 oder 12 Fufs und hat eine Tiefe an einer Seite 67, an einer andern von 70 Fufs. Die Inkrustirung ist polirt und so hart, dafs BARROW vergebens versuchte, dem Hammer ein Stück abzuschlagen. Der Abflufs der elle ergiefst sich in den Huit-au oder weifsen Flufs, des-Ufer, so wie die Umgebung des Bassins und der Abrinne, mit den feinsten Krystallen von Kieselsinter überen sind. Das Wasser im Bassin des Geisers und in sonen Ansammlungen hatte eine Temperatur zwischen 82° und C. und schien nach etwas Schwefel zu riechen, allein FARA- fand bei einer mitgebrachten Probe keine Anzeigen von handenem Schwefel. Die vielen kleineren Fontainen, im gemeinen gleichfalls Geiser genannt, unter denen der grofse

1 Ebendaselbst. S. 272.
2 Island. T. I. p. 92.
3 A Visit to Iceland cet. Lond. 1835. p. 178.

so unsicherer ist, je weniger irgend ein bleibender bekannter Gegenstand in der Nähe einen festen Anhaltpunct der Höhenbestimmung für dieses vorübergehende Phänomen gewährt, aufserdem aber ist der Wasserstrahl in eine unermeßliche Dampfhülle eingeschlossen, welche sehr hoch aufsteigt und die vom Strahle selbst erreichte Höhe scheinbar größer macht. Endlich ist sicher die Höhe nicht jederzeit gleich, und manche Beobachter waren vermuthlich in dieser Beziehung mehr begünstigt, wobei es aufserdem sehr darauf ankommt, welchen erreichten Punct man als die äufserste Grenze annimmt, denjenigen, welchen der volle massive Wasserstrahl erreicht, oder diejenigen, bis wohin einzelne Theile emporgeschleudert werden. Ein solches Auffliegen einzelner Wasserpartikeln geht namentlich aus der Zeichnung hervor, welche Ohlsen entworfen hat, und es wäre daher möglich, dafs unter mehreren von ihm beobachteten Explosionen bei einer ungewöhnlich starken diese nebst dem umhüllenden Dampfe die von ihm angegebene Höhe von 212 Fufs erreicht hätten. Dieses übersteigt indefs die kühnste Phantasie so sehr, dafs es immerhin als ein unübersteigliches Maximum gelten kann, und man darf daher im Mittel bei einer Höhe von 70 bis 100 Fufs als den stärksten Ausbrüchen zugehörig stehen bleiben. Mackenzie giebt an, dafs nach dem Wasserstrahl wohl 30 Minuten lang eine Dampfsäule emporsteigt, die der Wind nicht zu beugen vermag und durch welche selbst Steine emporgerissen werden. Inwiefern es gegründet ist, dafs die Geiser bei den Erderschütterungen von 1783 an Stärke abgenommen haben, dürfte schwer zu bestimmen seyn.

Die Lage der vielen einzelnen Fontainen siedenden Wassers neben dem eigentlichen grofsen Geiser, die von den verschiedenen Reisenden angegeben werden, wird erst klar durch die Ansicht des Grundrisses, welchen Barrow von der ganzen Gegend mitgetheilt hat. Ueber den am längsten bekannten sogenannten grofsen Geiser mit dem Bachelchen, worin das über den Rand des Bassins steigende Wasser in den weifsen Flufs abfliefst, findet kein Zweifel statt. Nordnordwestlich von ihm liegt der *brüllende Geiser* (*Roaring Geyser* nach Barrow), in dessen Röhre man unter dem aufsteigenden Dampfe ein stetes Toben hört. Früher war dieser eine mächtige Fontaine, durch das Erdbeben von 1789 erhielt er al-

jetzige Beschaffenheit, und es entstand statt dessen der kr. Westlich vom grofsen Geiser liegt ein gegenwärtig nder, welchen BARROW für STANLEY's neuen Geiser hält, etwas entfernt von diesem, genau westlich vom grofsen, der jetzt sogenannte neue Geiser oder der *Strockr*, und der grofse Strockr, zum Unterschiede des südwestlich ihm liegenden *kleinen Strockr*, von dessen gewaltsam eigeführtem Ausbruche oben die Rede war. Der grofse kr ist vorzüglich von OHLSEN und HENDERSON beschrieworden. Er soll erst durch die Katastrophe von 1783 entden oder zu seiner eigentlichen Stärke gelangt seyn, indem ach der Angabe der Einwohner wenigstens um ein Dritöher springt, als der grofse Geiser. Bei der Explosion, he KRUG v. NIDDA beobachtete, erreichte das Wasser Fufs Höhe, einige vorher hineingeworfene und lothrecht usgeschleuderte Steine gelangten aber zu einer noch weit ern, mit den Augen kaum wahrzunehmenden Höhe. Er kein Bassin; den Durchmesser seiner Röhre fand OHLSEN 8, unten 3 Fufs, seine Tiefe aber 44 Fufs; HENDERSON gen giebt die Weite zu 8 bis 10 Fufs und die Tiefe zu Fufs an, zieht auch die Verengerung der Röhre nach unin Zweifel, da die Dicke des ausfahrenden Wasserstrahls Fufs betrug. Bei ihm finden die nämlichen Detonationen, hauptsächlich aber treibt er mit gröfster Gewalt eine pfsäule empor, in welcher einzelne Wasserstrahlen bis zu laublichen Höhen geschleudert werden. OHLSEN giebt e zu 150 Fufs an, doch überstiegen die feinsten Strahlen e Höhe bei weitem, HENDERSON aber mafs zuerst 80 Fufs, er 200 Fufs, und die feinsten Partikeln konnte das Auge t verfolgen. Die Explosionen dauern bei ihm 45 Minubis gegen 2 Stunden und kehren in sehr ungleichen, oft en Perioden wieder, was KRUG v. NIDDA bestätigt, mit Zusatze, dafs nach dem Wasserstrahle noch geraume Zeit pf mit heftigem Getöse ausgefahren sey. Dafs BARROW en Ausbruch desselben beobachtete, läfst eine Abnahme r Thätigkeit vermuthen, oder seine Explosionen müfsten haupt nur selten statt finden. Wirft man bei allen diesen ern (von *gys*, mit Gewalt ausströmen, sieden) Steine oder ige feste Körper in die Röhre, so werden diese höher las Wasser selbst emporgeworfen und fallen meistens in

chen. Eine bedeutende Gruppe heifser F
nördlichen Ende der Insel bei Reikiawerf,
dur-hwer, *Oxa-hwer* (die Ochsenquelle) u
die bedeutendsten sind. Nach Mackenzie[1]
weit Husavik so mächtig, dafs sie dem
Stärke und Pracht beinahe gleich kommt,
aber ist die Nordur-hwer die vorzüglichste;
einem Becken von 34 bis 35 Fufs Durchme
etwa 10 Fufs weite, unregelmäfsig gestaltet
ausgekleidete Röhre, in welcher das Wasse
abwechselnd zu gröfseren Höhen aufspringt.
der Zusatz, dafs blofs bei stürmischem Wett
sionen erfolgen sollen. Die Oxa-hwer verh
che Weise und wirft in ziemlich regelmäfsig
dauernde Strahlen bis zur Höhe von 15 Fu
kum ist noch eine Gruppe heifser Fontaine
gleichfalls *Geiser* genannt wird. Sie hat
die eine südliche, welche in steter Thätig
Wasser von 3 bis 12 Fufs in die Höhe v
nördlichere ist 10 Fufs hiervon entfernt, mit
Sinter umgeben, und ein grofses, vom Be
Felsenstück liegt über der Oeffnung, so dafs
frei aufsteigen kann, sondern schräg herausp
gen indefs etwa 15 Ausbrüche in 24 Stunde

ıſs daraus ein Fluſs gebildet wird. Das Thermometer zeigte a Wasser selbst Siedehitze, im Dampfe etwa 0°,5 C. mehr. ı der Nähe befindet sich noch eine heiſse Quelle, die sogenante *Badstofa*, welche das Wasser theils in geraden, 12 uſs hohen, theils in weit stärkeren schrägen, nach dem eben nannten Flusse hin gerichteten und 20 Fuſs Höhe erreienden Strahlen emporschleudert.

Das Wasser des Geisers, welches Barrow an Faray zur Analyse sandte, war hierzu in nicht genügender nge vorhanden, inzwischen konnte, wie bereits erwähnt rden ist, kein Schwefel darin aufgefunden werden, wohl aber gten sich Kieselerde und Alkalien darin. Mackenzie[1] daen theilt eine von Black angestellte Analyse des Wassers eigentlichen Geisers und des bei Reikum mit; hiernach d in 10000 Theilen desselben enthalten:

	Geiser		Reikum
Soda	0,95	. . .	0,51
Alaunerde	0,48	. . .	0,50
Kieselerde	5,40	. . .	3,73
Kochsalz	2,46	. . .	2,90
trocknes schwefelsaures Natron	1,46	. . .	1,28
Summe . .	10,75	. . .	8,47.

aproth[2] fand in einer gleichen Menge des Wassers von kum:

kohlensaure Soda	1,04
schwefelsaure Soda . . .	1,73
salzsaure Soda	2,93
Kieselerde	3,10
Summe	8,80

Hauptunterschied beider Analysen besteht darin, daſs ck kaustisches Natron fand, Klaproth aber kohlensaures,

1 A. a. O. S. 490. Faraday bestimmt das spec. Gewicht des Was= 1,0008.

2 Beiträge zur chemischen Kenntniſs der Mineralkörper. Th. II. 9.

beides zur Auflösung der Kieselerde geeignet; doch wird das erstere Resultat durch FARADAY's Untersuchung bestätigt. Die bedeutende Menge der aufgelösten Kieselerde, welche den schönen Kieselsinter liefert, indem unter andern BARROW ein Stück Papier so damit überzogen fand, dafs man die Schriftzüge noch lesen konnte, ist ohne Zweifel zum Theil eine Folge der grofsen Hitze, welche das Wasser in gröfseren Tiefen annimmt; denn es erklärt sich leicht, dafs das Wasser an der Oberfläche nur Siedehitze hat und der Dampf höchstens 0°,5 C. hierüber hinausgeht, wie dieses allgemein gefunden worden ist; dagegen aber fand LOTTIN[1] beim grofsen Geiser in einer Tiefe von 20 Meter 124° C. und beim Strockr in 13 Meter Tiefe 111° C.

Dafs die Thätigkeit der siedend heifsen Quellen, und namentlich der Fontainen, von vulcanischen Kräften herrühre, unterliegt keinem Zweifel. Hierdurch erhalten sie ihre Hitze und die Hauptschwierigkeit der Erklärung fällt also mit der Lösung der oben erörterten Frage über die Ursache des Brennens der Vulcane im Allgemeinen zusammen. Den Ursprung des Wassers nachzuweisen hat wohl überall keine Schwierigkeit, da es offenbar Quellwasser ist, welches so tief hinabsinkt, dafs es durch die glühenden Wandungen der vulcanischen Herde die erforderliche Hitze annimmt. Handelt es sich dann ferner um den periodischen Wechsel des Steigens und Fallens der Quellen, so sind hierüber nur Hypothesen möglich, deren man aber verschiedene aufstellen kann, insbesondere wenn man die Erscheinung bei dem sogenannten Leidenfrost'schen Versuche berücksichtigt und annimmt, das Wasser könne zuweilen, insbesondere wenn es in geringerer Menge vorhanden ist, durch die glühend heifsen Wandungen zurückgestofsen werden, bis die wachsende Menge die beginnende Verdampfung und die hieraus dann folgenden Explosionen begünstigt. Eine andere, durch ihre Einfachheit sich sehr empfehlende Erklärung hat MACKENZIE[2] gegeben. Fig. 295. Er denkt sich einen unterirdischen Raum A B C, worin sich das Wasser nach und nach sammelt, indem das hydrometeorische, wie bei der Entstehung der Quellen, durch die Felsen-

1 L'Institut 1836. N. 179.

2 Reise durch die Insel Island. S. 289.

spalten hineindringt[1]. Wird die Hitze zu stark, so schleudert der entstandene Dampf das Wasser durch die Röhre QP in die Höhe, es folgt hierauf eine unermefsliche Menge Dampf, und indem hierdurch theils die Wandungen abgekühlt werden, theils die Temperatur des Wassers selbst unter die Siedehitze herabgeht, so mufs diesemnach eine bedeutende Verminderung des Drucks im Innern herbeigeführt und das Wasser bis zur neuen Explosion wieder eingesogen werden. Ob hierbei eine bedeutende Abkühlung der Wandungen eintrete, dürfte als zweifelhaft erscheinen, dagegen wird leicht erklärlich, wie bei vorhandener geringerer Menge von Wasser und angemessener Gestaltung des Canales der Dampf durch das siedende Wasser emporsteigen kann. Nach Krug v. Nidda kommen die kleineren Fontainen aus Höhlen von geringerer Weite, die sich schneller füllen, ihre Explosionen erfolgen daher regelmäfsiger in Zwischenräumen von etwa zwei Stunden und erreichen nur 15 bis 20 Fufs Höhe, die der gröfseren aber erfolgen in Perioden, welche 24 bis 30 Stunden von einander abstehn, und erreichen dann 90 Fufs Höhe[2].

Giebt es gleich der heifsen Quellen noch aufserdem eine bedeutende Menge, so sind doch keine gleich grofsartige und eigentliche starke Fontainen bildenden bekannt, als die eben beschriebenen, weswegen es nicht die Mühe lohnt, sie einzeln aufzuzählen. Eine schöne und starke Fontaine siedend heifsen Wassers soll sich auf der Insel Amsterdam befinden[3]. Selbst im Innern des Himalaya-Gebirges hat man eine heifse Quelle

---

1 Bylandt Palstercamp leitet den Ursprung dieses Wassers vom Meere ab, wogegen aber sein geringer Salzgehalt entscheidet.

2 Die angeführten Werke sind: Mackenzie Travels in Iceland. Lond. 1811. Deutsche Uebers. Weimar 1815. Uno v. Troil Briefe über eine in dem Jahre 1772 nach Island angestellte Reise. Aus dem Schwedischen übers. Leipz. 1779. Olafsen und Povelsen Reisen nach Island. Uebers. von Geuss 1774. Stanley in Edinburgh Philos. Trans. 1790. Ebenezer Henderson Island. Deutsche Uebers. Berlin 1820. Th. I. S. 92. 187. Th. II. S. 97. 153. 215. Ohlsen in G. XLIII. 50. A Visit to Iceland cet. by John Barrow. Lond. 1835. p. 178. Krug v. Nidda in Kastner's Archiv. Th. IX. u. in Edinburgh New Phil. Journ. N. XLIII. u. XLIV. Letzterer nennt die meisten heifsen Quellen auf dieser Insel und berücksichtigt die geognostische Beschaffenheit der Orte.

3 Ordinaire Hist. des Volcans. p. 21.

[illegible]

2 Eine ausführliche Beschreibung derselben gi
stercamp in seiner Théorie des Volcans. T. III. p. 3

Ende des neunten Bandes

Druck von C. P. Melzer in Leipzig.

